



I Nyoman Pujawan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

EKONOMI TEKNIK

Eder Khusa



Bab 1

Beberapa Konsep Dasar Tentang Ekonomi Teknik

POKOK BAHASAN

- 1.1 Ilustrasi Pengantar
- 1.2 Konsep Ekonomi Teknik
- 1.3 Proses Pengambilan Keputusan Pada Ekonomi Teknik
- 1.4 Konsep Ongkos dalam Ekonomi Teknik
 - 1.4.1 Ongkos Siklus Hidup
 - 1.4.2 Ongkos Langsung, Tak Langsung dan Overhead
 - 1.4.3 Ongkos Tetap dan Ongkos Variable
 - 1.4.4 Ongkos Rata-rata dan Ongkos Marjinal

1.1 Ilustrasi Pengantar

Sebuah industri manufaktur melakukan proses produksinya dengan sistem job shop, yakni memproduksi berbagai komponen sesuai dengan pesanan pelanggan. Perusahaan membatasi bahwa minimum pesanan yang bisa dilayani adalah 10 unit dan maksimum 400 unit komponen. Dalam perjalanan bisnisnya, perusahaan ini menerima pesanan komponen A101 berulang-ulang dari PT. XYZ yang memproduksi kipas angin. Komponen A101 ini harus diproduksi dengan urutan proses yang terdiri dari 4 tahapan yaitu (1) pemotongan batasan baja untuk mendapatkan panjang yang sesuai, (2) pembubutan, (3) pengerjaan pada mesin tekan drill, dan (4) pengepakan. Ongkos per unit untuk memproduksi komponen A101 adalah Rp. 5.000. Ongkos per unit ini diperoleh berdasarkan ongkos tenaga kerja langsung, ongkos bahan langsung,

dan ongkos lain-lain (seperti asuransi, pajak, energy, pemasaran, dan sebagainya). Saat ini perusahaan sedang bernegosiasi dengan PT. XYZ untuk suatu kontrak produksi komponen A101 sejumlah 10.000 unit selama 4 tahun, atau rata-rata 2.500 unit per tahun. Bagi perusahaan, kontrak sebesar ini sangat menguntungkan, namun dengan adanya kontrak berarti harus ada penambahan mesin-mesin produksi dan usaha-usaha penurunan ongkos produksi per unit. Seorang insinyur yang telah lama bekerja pada perusahaan ini ditugasi mengembangkan metode produksi yang lebih efisien. Setelah melakukan studi ia mengusulkan pembelian mesin bubut kecil sehingga urutan proses pembuatan komponen A101 akan menjadi lebih sederhana yaitu mengerjakan bahan baku pada mesin bubut dan selanjutnya dipak. Estimasi ongkos per unit untuk memproduksi komponen ini menjadi Rp. 3.500. Disamping itu tingkat produksi dengan metode baru ini akan meningkat karena proses pemotongan, pembubutan dan permesinan pada mesin drill tekan akan diganti dengan proses pembubutan saja.

Apabila mesin bubut kecil ini diputuskan untuk dibeli maka mesin-mesin lama tidak akan dijual, melainkan tetap dipakai untuk melayani pesanan-pesanan selain dari PT. XYZ. Mesin bubut kecil hanya akan dipakai sekitar 75% kapasitasnya untuk memenuhi permintaan PT. XYZ sehingga sisa kapasitasnya yang 25% bisa digunakan untuk pengadaan mesin bubut kecil dan alat-alat bantu yang diperlukan diperkirakan sekitar Rp. 100 juta. Masa pakai ekonomis dari mesin ini adalah 25 tahun. Akan tetapi dinas pajak mengharuskan mesin ini didepresiasi selama 5 tahun dengan estimasi nilai sisa pada akhir tahun ke-5 adalah Rp. 60 juta. Apabila PT. XYZ hanya mau membayar Rp. 45 per unit komponen A101 apakah perusahaan akan menandatangani kontrak 10.000 unit komponen tersebut dan membeli mesin bubut kecil seperti yang diusulkan oleh insinyur tadi.

1.2 Konsep Ekonomi Teknik

Ilustrasi di atas adalah salah satu permasalahan yang biasanya membutuhkan analisis ekonomi teknik. Secara umum analisis ekonomi teknik bisa dikatakan sebagai analisis ekonomi dari suatu investasi teknik. Pada ilustrasi di atas, pengambil keputusan harus melakukan kajian mana alternative (teknis) yang dianggap paling menguntungkan perusahaan. Kajian ini membutuhkan pengetahuan tentang aspek teknis (yang dalam hal ini terkait dengan teknik produksi komponen A101) serta aspek kinerja ekonomi. Untuk bisa melakukan evaluasi kinerja ekonomi dibutuhkan:

- Estimasi biaya investasi yang harus dikeluarkan saat ini
- Estimasi biaya-biaya operasional dan perawatan di tahun-tahun mendatang
- Estimasi nilai sisa sistem atau mesin pada saat sudah mau diganti atau sudah tidak digunakan lagi
- Estimasi lamanya sistem bisa beroperasi (umur ekonomis)
- Estimasi tingkat suku bunga

Pada umumnya investasi teknik memiliki umur ekonomis yang lama (tahunan). Di sisi lain, nilai uang dari waktu ke waktu tidak sama. Oleh karena itu, dalam mengevaluasi kelayakan suatu investasi teknik serta pemilihan mana alternative terbaik, perlu dilakukan proses ekivalensi ini akan banyak dibahas pada bab berikutnya. Di samping itu, karena estimasi aliran kas serta variable-variable lain seperti umur teknis dan tingkat suku bunga yang digunakan masih mengandung ketidakpastian maka keputusan-keputusan dalam ekonomi teknik juga harus memperhitungkan unsur risiko.

1.3 Proses Pengambilan Keputusan Pada Ekonomi Teknik

Pengambilan keputusan pada ekonomi teknik hampir selalu berkaitan dengan penentuan mana yang terbaik dari alternatif-alternatif yang tersedia. Proses pengambilan keputusan ini terjadi karena (1) biasanya setiap investasi atau proyek

bisa dikerjakan dengan lebih dari satu cara sehingga harus ada proses pemilihan, dan (2) karena sumber daya yang tersedia untuk melakukan suatu investasi selalu terbatas sehingga tidak semua alternative bisa dikerjakan, namun harus dipilih yang paling menguntungkan.

Seperti halnya pengambilan keputusan pada bidang-bidang lain, pengambilan keputusan pada ekonomi teknik harus melalui suatu langkah-langkah sistematis mulai dari mendefinisikan alternatif-alternatif investasi sampai pada penentuan alternatif yang terbaik. Gambar 1.1 memberikan ilustrasi bagaimana perbandingan langkah-langkah yang dilalui pada pengambilan keputusan secara umum dan langkah-langkah yang dilalui pada pengambilan keputusan ekonomi teknik. Hampir semua proses pengambilan keputusan dimulai dari adanya ketidakpuasan terhadap suatu hal atau adanya pengakuan terhadap suatu kebutuhan sehingga pembuat keputusan merasa perlu untuk melakukan sesuatu yang berkaitan dengan hal itu. Proses pengambilan keputusan akan berakhir dengan rencana untuk memperbaiki ketidakpuasan atau memenuhi kebutuhan tadi. Untuk menggabungkan kondisi awal dan akhir dari proses pengambilan keputusan maka secara umum langkah-langkah yang diambil Gambar 1.1(a) adalah:

1. Memformulasikan permasalahan, termasuk diantaranya menentukan ruang lingkup secara umum yang menggambarkan kondisi awal dan akhir yang dihubungkan dengan proses “kotak hitam” yang belum diketahui.
2. Menganalisis permasalahan untuk menyatakan permasalahan tersebut dengan lebih detail termasuk memformulasikan tujuan, sasaran, kendala yang dihadapi, variable keputusan yang akan digunakan.
3. Mencari alternatif-alternatif solusi dari permasalahan yang telah dianalisis. Tahap ini membutuhkan kreativitas dalam menentukan alternatif-alternatif solusi. Sering kali tahap ini digabungkan langsung dengan tahap evaluasi alternatif.

4. Memilih alternatif terbaik melalui pengukuran performansi masing-masing alternatif dan dibandingkan dengan criteria keputusan yang telah ditetapkan. Alternatif-alternatif yang layak akan dibandingkan antara satu dengan yang lainnya untuk selanjutnya dipilih yang terbaik.

Tidak berbeda jauh dengan proses pengambilan keputusan yang diuraikan di atas, langkah-langkah yang dilalui pada ekonomi teknik juga cukup sistematis, bahkan akan melalui urutan-urutan yang lebih jelas dibandingkan prosedur proses pengambilan keputusan pada bidang-bidang yang lain secara umum. Gambar 1.1(b) menunjukkan urutan-urutan dari proses pengambilan keputusan yang biasa dilalui pada permasalahan ekonomi teknik. Langkah-langkah ini akan lebih detail, disertai dengan contoh dan metode, dijelaskan pada bab berikutnya.



Ada dua sudut pandang yang berbeda dalam kaitannya dengan pengambilan keputusan pada ekonomi teknik yaitu sudut pandang seorang akuntan dan sudut pandang seorang ahli ekonomi teknik. Seorang akuntan memiliki keahlian untuk menyajikan dan menganalisis performansi keuangan yang telah terjadi pada beberapa perioda yang telah lewat. Di sisi lain seorang ahli ekonomi teknik akan banyak terlibat dalam proses estimasi aliran kas masa mendatang. Estimasi ini tentunya didasarkan pada perhitungan perubahan kondisi ekonomi yang diperkirakan terjadi pada masa mendatang. Ia juga akan bisa memberikan gambaran tentang kemungkinan-kemungkinan yang akan dihadapi seandainya variable-variable pengambilan keputusan berubah dari satu kondisi ke kondisi yang lain. Dua tinjauan di atas akan menjadi pertimbangan seorang pengambil keputusan yang berkaitan dengan investasi teknik harus melihat ke depan maupun ke belakang berdasarkan informasi dari akuntan maupun ahli ekonomi teknik. Sudut pandang yang berbeda dari seorang akuntan, ahli ekonomi teknik dan manajer teknik diperlihatkan pada Gambar 1.2.



Gambar 2.1. Ilustrasi tinjauan yang berbeda dari akuntan, ahli ekonomi teknik, dan manajer teknik.

1.4 Konsep Ongkos dalam Ekonomi Teknik

Analisis ekonomi teknik terutama ditujukan untuk mengevaluasi dan membandingkan performansi financial dari masing-masing alternatif proyek investasi teknik. Proses perbandingan ini melibatkan berbagai konsep dan terminologi ongkos. Pemahaman tentang konsep dan terminology ongkos akan sangat membantu dalam memahami cara-cara mengukur efektivitas ekonomi suatu alternatif proyek yang akan dibahas beberapa konsep yang berkaitan dengan ongkos siklus hidup, ongkos langsung-tak langsung, ongkos tetap variable, dan ongkos rata-rata dan marjinal.

1.4.1 Ongkos Siklus Hidup

Ongkos siklus hidup (*life cycle cost*) dari suatu item adalah semua pengeluaran yang berkaitan dengan item tersebut sejak dirancang sampai tidak terpakai lagi. Istilah “item” dimaksudkan untuk merepresentasikan berbagai hal seperti mesin dan peralatan. Ongkos siklus hidup bisa berdiri dari berbagai komponen antara lain ongkos penelitian dan pengembangan, ongkos fabrikasi, ongkos operasional dan perawatan, ongkos penghancuran, dan sebagainya.

Karena pembahasan pada bab-bab ini berkaitan dengan evaluasi performansi ekonomi proyek-proyek teknis, perbandingan alternatif proyek, dan penggantian suatu aset, maka agar sesuai dengan kebutuhan tersebut, ongkos siklus hidup didefinisikan sebagai kombinasi dari (1) ongkos awal (*first cost*), (2) ongkos operasional dan perawatan, dan (3) ongkos disposal. Ongkos awal dari suatu item adalah keseluruhan investasi awal yang dibutuhkan untuk mengadakan item tersebut dan tidak akan berulang selama masa pakainya. Dalam pengadaan sebuah mesin misalnya, ongkos awal terdiri dari harga mesin itu sendiri, ongkos pelatihan operator, ongkos pengangkutan dari instalasi, dan beberapa ongkos tambahan untuk alat bantu.

Ongkos operasional dan perawatan adalah ongkos-ongkos yang terjadi berulang-ulang dan diperlukan untuk mengoperasikan dan merawat item yang

bersangkutan selama masa pakainya. Ongkos operasional biasanya terdiri dari ongkos tenaga kerja, ongkos bahan, dan ongkos-ongkos tambahan lainnya (*overhead cost*). Biasanya ongkos operasional dan perawatan dinyatakan per tahun, walaupun ongkos-ongkos perawatan tidak selamanya berulang dengan periode tahunan.

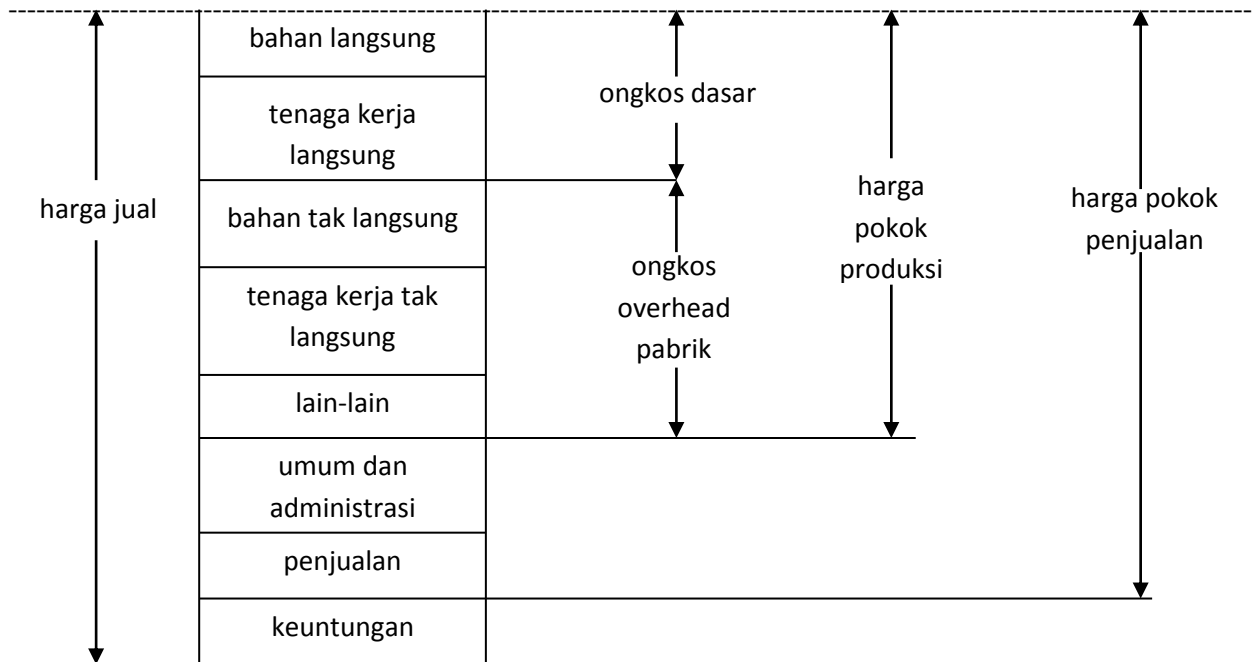
Apabila siklus hidup suatu item berakhir masa ongkos disposal akan terjadi. Ongkos disposal bisa terdiri atas ongkos tenaga kerja yang diperlukan untuk memindahkan item tersebut, ongkos pengiriman dan berbagai ongkos lain yang berkaitan dengan pemindahan atau penghancuran suatu item. Walaupun ongkos disposal selalu terjadi pada akhir siklus dari suatu item, namun biasanya item tersebut masih memiliki nilai jual. Dengan mengurangi nilai jual dengan ongkos disposal yang dibutuhkan maka diperoleh suatu nilai sisa (*salvage value*) dari item tersebut. Nilai jual, ongkos disposal dan nilai sisa suatu item biasanya tidak diketahui dengan pasti sehingga besarnya selalu diestimasi.

1.4.2 Ongkos Langsung, Tak Langsung dan Overhead

Ongkos langsung adalah yang dengan mudah bisa ditentukan pada suatu operasi, produk atau proyek yang spesifik. Ongkos langsung terdiri dari ongkos bahan langsung dan ongkos tenaga kerja langsung. Ilustrasi tentang ongkos-ongkos ini diperlihatkan pada Gambar 1.3. Ongkos tak langsung adalah ongkos-ongkos yang sulit, bahkan tidak mungkin ditentukan secara langsung pada suatu operasi, produk atau proyek yang spesifik. Ongkos tak langsung terdiri dari ongkos bahan tak langsung, ongkos tenaga kerja tak langsung dan ongkos-ongkos lain yang sejenis. Ongkos *overhead* adalah ongkos-ongkos menufakturing selain ongkos langsung. Dengan demikian maka ongkos tak langsung juga termasuk dalam ongkos overhead.

Pada Gambar 1.3 tampak pula bahwa harga pokok penjualan (*cost of goods sold*) adalah jumlah ongkos pembuatan sebuah produk setelah ditambahkan ongkos penjualan dan ongkos administrasi & umum. Untuk mendapatkan keuntungan (*profit*) maka harga jual harus diset lebih tinggi dari harga pokok penjualan. Harga pokok

produksi (*cost of goods manufactured*) adalah ongkos-ongkos yang terdiri dari ongkos langsung (atau ongkos dasar) dan ongkos *overhead* pabrik. Ongkos-ongkos overhead juga terjadi pada bagian umum, administrasi dan penjualan sehingga disamping ongkos overhead pabrik juga ada ongkos overhead umum & administrasi dan ongkos overhead penjualan.



Gambar 1.3. Struktur ongkos-ongkos manufakturing

1.4.3 Ongkos Tetap dan Ongkos Variable

Pengeluaran-pengeluaran untuk keperluan umum dan administrasi, pajak dan asuransi, depresiasi bangunan maupun peralatan, dan sebagainya hampir selalu bisa dikatakan tidak terpengaruh besarnya pada jumlah output yang dihasilkan oleh suatu sistem dalam jangka waktu tertentu. Ongkos-ongkos yang seperti ini, yakni yang besarnya tidak dipengaruhi oleh jumlah output atau volume produksi disebut ongkos tetap (*fixed cost*). Di sisi lain, ongkos variable adalah ongkos-ongkos yang secara proporsional dipengaruhi oleh jumlah output. Ongkos bahan langsung dan ongkos tenaga kerja langsung adalah dua contoh dari ongkos variable. Disamping ongkos tetap dan ongkos variable, banyak juga ongkos yang memiliki komponen tetap dan komponen variable. Sebagai contoh, bagian perawatan mungkin memiliki sejumlah karyawan tetap dengan gaji yang tetap selama jangka waktu tertentu. Akan tetapi jumlah pekerjaan perawatan mungkin akan sebanding dengan banyaknya output yang dikeluarkan. Jadi ongkos total perawatan akan mengandung ongkos tetap dan ongkos variable. Ongkos energy listrik, tenaga kerja tak langsung, dan ongkos bahan tak langsung juga termasuk dalam klasifikasi ongkos ini. Ongkos total suatu sistem (produksi) bisa dijumlahkan dari ongkos tetap dan ongkos variable. Misalkan kita meninjau ongkos-ongkos yang terjadi pada pembuatan suatu produk maka akan kita dapatkan suatu hubungan:

$$TC(x) = FC + VC(x) \quad (1.1)$$

dimana

$TC(x)$ = ongkos total untuk membuat produk sejumlah x

FC = ongkos tetap

$VC(x)$ = jumlah ongkos variable untuk membuat x produk.

1.4.4 Ongkos Rata-rata dan Ongkos Marjinal

Ongkos rata-rata per unit produk adalah rasio antara ongkos total dengan jumlah output, atau secara matematis dapat dinyatakan dengan:

$$AC(x) = \frac{TC(x)}{x} \quad (1.2)$$

Dimana:

$AC(x)$ = ongkos rata-rata per unit

$TC(x)$ = ongkos total untuk x unit output

X = jumlah output

Ongkos rata-rata biasanya merupakan fungsi variable dari jumlah output dan besarnya akan turun dengan naiknya jumlah output. Hal ini disebabkan karena semakin banyak output yang dihasilkan maka ongkos tetap akan terdistribusi pada jumlah produk yang semakin banyak. Akibatnya ongkos tetap per satuan produk akan turun. Hubungan ini adalah prinsip dasar dalam ekonomi yang disebut dengan skala ekonomis (economics of scale). Apabila ongkos total dianggap fungsi kontinyu dari output x maka turunan dari ongkos total terhadap x disebut ongkos marjinal, atau dinyatakan :

$$MC = \frac{dTC(x)}{d(x)} \quad (1.3)$$

Dimana :

MC = ongkos marjinal

TC = ongkos total

d = menyatakan turunan (defivatif)

Jadi ongkos marjinal adalah ongkos yang diperlukan untuk meningkatkan satu unit output dari x pada tingkat output tertentu. Ongkos marjinal untuk meningkatkan output dari 9 ke 10 adalah $TC(10) - TC(9)$. Ongkos rata-rata dan ongkos marjinal suatu tingkat output biasanya berbeda. Apabila ongkos marjinal lebih kecil dari ongkos rata-rata per produk maka peningkatan jumlah output akan berakibat pada penurunan ongkos per unit produk. Demikian pula sebaliknya, bila ongkos marjinal lebih besar dari ongkos rata-rata maka peningkatan output akan mengakibatkan peningkatan ongkos per unit produk.

Bab 2

Bunga dan Rumus Bunga

POKOK BAHASAN

- 2.1 Nilai Uang dari Waktu
- 2.2 Perhitungan Bunga
 - 2.2.1 Bunga Sederhana
 - 2.2.2 Bunga Majemuk
- 2.3 Diagram Alir Kas
- 2.4 Rumus-rumus Bunga Majemuk Diskrit
- 2.5 Penurunan Rumus Pembayaran Tunggal (Mencari F bila diketahui P)
- 2.6 Faktor Nilai Sekarang dari Pembayaran Tunggal (Mencari P bila diketahui F)
- 2.7 Faktor Pemajemukan Deret Seragam (Mencari F bila diketahui A)
- 2.8 Faktor Singking Fund Deret Seragam (Mencari A bila diketahui F)
- 2.9 Faktor Nilai Sekarang Deret Seragam (Mencari P bila diketahui A)
- 2.10 Faktor Pemulihan Modal Deret Seragam (Mencari A bila diketahui P)
- 2.11 Menangani Aliran Kas yang Tidak Teratur
- 2.12 Ringkasan Faktor-faktor Pemajemukan Diskrit
- 2.13 Deret Gradien Aritmatik
- 2.14 Soal

2.1 Nilai Uang dari Waktu

Untuk memahami konsep *time value of money* (dalam buku ini diterjemahkan menjadi uang dari waktu), marilah kita perhatikan dua fenomena berikut ini :

- a. Pada tahun 1990 harga 1 kilogram beras tidak dari 600 rupiah. Pada tahun 1995 harga tersebut menjadi sekitar 800 rupiah dan pada tahun 2000 mungkin harganya sudah lebih dari 1.200 rupiah, dan pada tahun 2008 menjadi di atas 5.000 rupiah. Harga barang-barang yang lain juga mengikuti irama yang serupa.
- b. Bila kita meminjam uang 10.000 rupiah sebulan yang lalu maka hutang kita saat ini mungkin telah menjadi 10.100 rupiah. Atau bila kita menginvestasikan 1 juta rupiah setahun yang lalu dalam bentuk deposito maka mungkin uang kita sekarang sudah menjadi 1.150 juta rupiah.

Dari kedua fenomena diatas dapat kita lihat bahwa nilai uang senantiasa berubah (cenderung turun) dengan berjalannya waktu. Pada kasus pertama bisa kita amati bahwa untuk mendapatkan barang yang sama jenis dan jumlahnya diperlukan jumlah uang yang semakin banyak. Ini berarti daya beli uang senantiasa menurun. Fenomena ekonomi ini dikenal dengan istilah inflasi. Pengaruh inflasi dalam kaitannya dengan ekonomi teknik akan dijelaskan pada bab tersendiri.

Kasus yang kedua juga merupakan wujud dari konsep nilai uang dari waktu. Bila kita meminjam 10.000 rupiah sebulan yang lalu dan hutang kita saat ini menjadi 10.100 rupiah maka secara sederhana bisa kita katakan bahwa kita meminjam uang dengan bunga 100 rupiah untuk uang sejumlah 10.000 rupiah dalam sebulan, atau sebesar 1% per bulan. Dalam hal ini bisa dikatakan bahwa 10.000 rupiah sebulan yang lalu secara financial adalah sama dengan 10.100 rupiah pada saat ini. Kesamaan nilai financial ini dikenal dengan istilah ekivalensi. Nilai 100 rupiah diatas adalah bunga yang terjadi selama sebulan dan nilai 10.000 rupiah yang dipinjamkan sebulan yang lalu dikatakan induk (*principal*).

Dengan demikian maka untuk melakukan ekivalensi nilai uang kita perlu mengetahui 3 hal yaitu :

1. Jumlah yang dipinjam atau yang diinvestasikan
2. Periode / waktu peminjaman atau investasi
3. Tingkat bunga yang dikenakan

2.2 Perhitungan Bunga

Definisi tingkat bunga menurut ANZI Z94.5 – 1972¹ adalah rasio dari bunga yang dibayarkan terhadap induk dalam suatu periode waktu dan biasanya dinyatakan dalam persentase dari induk. Secara matematis hal ini dapat dirumuskan :

$$\text{Tingkat Bunga} = \frac{\text{bunga yang dinyatakan per unit waktu}}{\text{induk}} \times 100\% \quad (2.1)$$

¹ ANZI = American Standard for Industrial Engineering Terminology for Engineering Economy

Unit waktu yang biasanya digunakan untuk menyatakan tingkat bunga adalah 1 tahun. Jadi bila kita menyatakan bunga 20% maka yang dimaksud adalah tingkat bunga tersebut besarnya 20% per tahun.

Ada 2 jenis bunga yang bisa dipakai untuk melakukan perhitungan nilai uang dari waktu yaitu bunga sederhana dan bunga majemuk. Kedua jenis bunga ini akan menghasilkan nilai nominal uang yang berbeda bila perhitungan dilakukan lebih dari satu periode.

2.2.1 Bunga Sederhana

Bunga sederhana dihitung hanya dari induk tanpa memperhitungkan bunga yang telah diakumulasikan pada periode sebelumnya. Secara matematis hal ini bisa diekspresikan sebagai berikut :

$$I = P \times i \times N \quad (2.2)$$

Dimana :

I = Bunga yang terjadi (rupiah)

P = induk yang dipinjam atau diinvestasikan

i = tingkat bunga per periode

N = jumlah periode yang dilibatkan

Contoh 2.1

Seorang ibu rumah tangga meminjam uang sebesar Rp. 100.000,- di koperasi simpan pinjam dengan bunga sederhana sebesar 10% per tahun selama 4 tahun dan dibayar sekali pada akhir tahun ke 4. Berapa besarnya hutang yang harus dibayar oleh ibu tersebut pada akhir tahun ke 4?

Solusi :

Yang harus dibayar adalah induk sebesar Rp. 100.000 dan bunganya selama 4 tahun sebesar :

$$I = \text{Rp. } 100.000 \times 10\% \times 4$$

$$= \text{Rp. } 40.000$$

Jadi yang harus dibayar adalah Rp. 140.000

Tabel 2.1. Perhitungan bunga sederhana

Tahun A	Jumlah dipinjam B	Bunga C	Jumlah hutang D	Jumlah dibayar E
0	100.000	0	100.000	0
1		10.000	110.000	0
2		10.000	120.000	0
3		10.000	130.000	0
4		10.000	140.000	140.000

Bila dibuat dalam bentuk table maka perhitungan diatas dapat ditabulasikan seperti Tabel 2.1.

Tampak dari table tersebut bahwa besarnya bunga pada tiap periode adalah sama sebesar Rp. 10.000 karena yang berbunga hanyalah induknya yang besarnya Rp. 100.000

2.2.2 Bunga Majemuk

Bila kita menggunakan bunga majemuk maka besarnya bunga pada suatu periode dihitung berdasarkan besarnya induk ditambah dengan besarnya bunga yang telah terakumulasi pada periode sebelumnya. Kita biasa menyebut proses ini dengan istilah bunga berbunga. Berikut ini adalah contoh yang bisa memperjelas konsep bunga majemuk.

Contoh 2.2

Misalkan ibu rumah tangga tadi (Contoh 2.1) meminjam uang tersebut dengan bunga majemuk maka hitunglah besarnya bunga tiap tahun dan berapakan yang harus dibayar pada akhir tahun ke 4?

Solusi :

Bunga pinjaman pada tahun pertama adalah $\text{Rp. } 100.000 \times 10\% = \text{Rp. } 10.000$ sehingga total pinjaman pada akhir tahun pertama menjadi Rp. 110.000. Bunga pinjaman pada tahun kedua adalah $\text{Rp. } 110.000 \times 10\% = 11.000$ sehingga pinjaman pada akhir tahun kedua adalah Rp. 121.000. Demikian seterusnya sehingga pada akhir tahun keempat total yang harus dibayar adalah Rp. 146.410.

Tabel 2.2. Perhitungan bunga majemuk

Tahun A	Jumlah dipinjam B	Bunga C	Jumlah hutang D	Jumlah dibayar E
0	100.000	0	100.000	0
1		10.000	110.000	0
2		11.000	121.000	0
3		12.100	133.100	0
4		13.310	146.410	146.410

2.3 Diagram Alir Kas

Aliran kas akan terjadi apabila ada perpindahan uang tunai atau yang sejenis (seperti cek, transfer melalui bank, dan sebagainya) dari satu pihak ke pihak lain. Bila suatu pihak menerima uang tunai atau cek maka terjadi aliran kas masuk dan bila suatu pihak mengeluarkan uang tunai, cek atau yang sejenisnya maka terjadi aliran kas keluar. Apabila pada suatu saat suatu pihak menerima dan mengeluarkan uang tunai sekaligus maka aliran kas nettonya dapat direpresentasikan sebagai berikut :

$$\text{Aliran kas netto} = \text{penerimaan} - \text{pengeluaran} \quad (2.3)$$

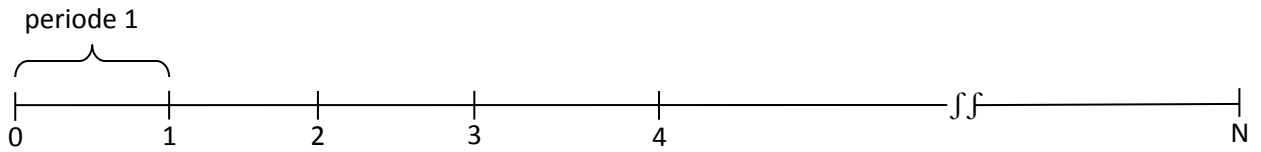
Karena pada dasarnya aliran keluar masuknya kas akan terjadi dalam frekuensi yang tinggi (dalam interval waktu yang pendek) maka salah satu asumsi penting yang cukup membantu dalam penggambaran aliran kas adalah bahwa aliran kas senantiasa terjadi pada akhir periode.

Diagram aliran kas adalah suatu ilustrasi grafis dari transaksi-transaksi ekonomi yang dilukiskan pada garis skala waktu. Jadi ada 2 segmen dalam suatu diagram aliran kas yaitu : (1) garis horizontal yang menunjukkan skala waktu (periode), (2) garis-garis vertical yang menunjukkan aliran kas.

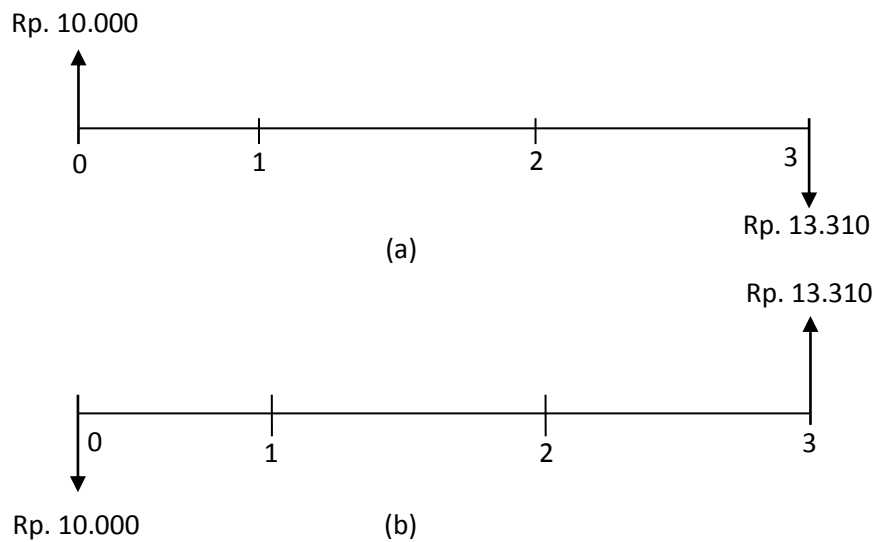
Periode dapat dinyatakan dalam tahun, bulan, minggu atau hari, tergantung pada relevansi permasalahan yang dihadapi, dan bergerak membesar dari kiri ke kanan.

Titik 0 (nol) menunjukkan saat ini atau akhir periode nol atau awal periode satu.

Gambar 2.1 mengilustrasikan skala waktu aliran kas.



Gambar 2.1 Skala waktu aliran kas



Gambar 2.2. Diagram aliran kas dari 2 sudut pandang yang berbeda (a) dari sudut peminjam dan (b) dari sudut pemberi pinjaman

Aliran kas diilustrasikan dengan panah vertical pada garis horizontal pada saat dimana transaksi terjadi. Panjangnya panah vertikal transaksi yang lebih besar harus mencerminkan skala besarnya transaksi, namun transaksi yang lebih besar harus digambarkan dengan panah yang lebih panjang. Jenis transaksi (penerimaan atau pengeluaran) dibedakan dengan arah dari tanda panah. Panah yang menunjuk ke atas menunjukkan aliran kas negatif yang menyatakan pengeluaran dituliskan dengan panah yang mengarah ke bawah.

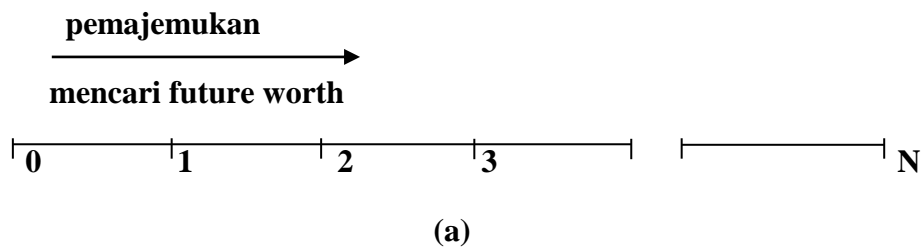
Penggambaran diagram aliran kas akan berbeda bila ditinjau dari sudut pandang yang berbeda. Oleh karenanya adalah penting untuk mengidentifikasi terlebih dahulu dari pihak mana suatu diagram aliran kas akan dibuat. Bila Si A meminjam uang sebesar Rp. 10.000 kepada Si B dengan bunga 10% dan dikembalikan dalam 3 periode mendatang maka aliran kas Si A dan Si B akan tampak pada Gambar 2.2.

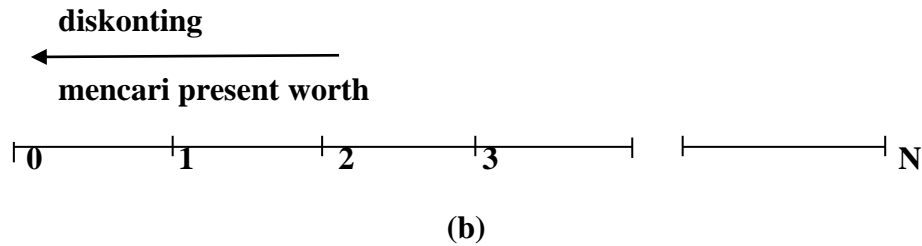
Penggambaran diagram aliran kas adalah langkah awal dalam menyelesaikan suatu persoalan ekonomi teknik yang melibatkan berbagai transaksi yang terjadi pada berbagai periode. Suatu diagram aliran kas bukan hanya membantu dalam mengidentifikasi transaksi antara sistem dengan pihak luar, tetapi juga membantu memperjelas sudut pandang seseorang dalam melakukan analisis.

2.4 Rumus-rumus Bunga Majemuk Diskrit

Pemajemukan (*Compounding*) adalah suatu proses matematis penambahan bunga pada induk sehingga terjadi penambahan jumlah induk secara nominal pada periode mendatang. Dengan demikian proses pemajemukan adalah suatu alat untuk mendapatkan nilai yang ekuivalen pada suatu periode mendatang dari sejumlah uang pada saat ini bila tingkat bunga yang berlaku diketahui. Nilai ekuivalen disuatu saat mendatang disebut dengan istilah *future worth* (FW) dari nilai sekarang.

Sebaliknya, proses untuk menentukan nilai sekarang dari sejumlah uang yang nilainya beberapa periode mendatang diketahui disebut dengan diskonting (*discounting*). jadi bisa dikatakan bahwa proses diskonting adalah lawan dari proses pemajemukan. Nilai sekarang dari suatu jumlah uang periode mendatang dinamakan *present worth* (PW). Secara diagramatis kedua proses diatas bisa diilustrasikan pada gambar 2.3.





Gambar 2.3. ilustrasi pemajemukan (a) dan diskonting (b)

Dalam buku ini akan diadopsi notasi-notasi yang ditetapkan oleh standar nasional amerika untuk terminology teknik industri untuk ekonomi teknik, ANZI Z94.5 – 1972. Notasi-notasi tersebut adalah sebagai berikut :

r = tingkat bunga nominal per periode

i = tingkat bunga efektif per periode

N = jumlah periode pemajemukan

P = nilai sekarang (Present worth) atau nilai ekuivalen dari satu atau lebih aliran kas pada suatu titik yang didefinisikan sebagai waktu saat ini.

F = nilai mendatang (Future worth) , nilai ekuivalen dari satu atau lebih aliran kas pada suatu titik yang didefinisikan sebagai waktu mendatang.

A = aliran kas akhir periode yang besarnya sama untuk beberapa periode yang berurutan (Annual worth)

G = suatu aliran kas dimana dari satu periode ke periode berikutnya terjadi penambahan atau pengurangan kas sejumlah tertentu yang besarnya sama

2.5 Penurunan Rumus Pembayaran Tunggal (Mencari F Bila Diketahui P)

Jika uang sejumlah P diinvestasikan saat ini ($t=0$) dengan tingkat bunga efektif sebesar $i\%$ perperiode & dimajemukkan tiap periode maka jumlah uang tersebut pada waktu akhir periode akan menjadi :

$$F_1 = P + \text{bunga dari } P$$

$$= P + Pi$$

$$= P(1+i)$$

Pada akhir periode 2 akan menjadi

$$F_2 = F_1 + \text{bunga dari } F_1$$

$$= P(1+i) + P(1+i)^i$$

$$= P(1+i) (1+i)$$

$$= P(1+i)^2$$

Senada dengan itu, pada akhir periode 3 akan menjadi :

$$F_3 = F_2 + F_2 i$$

$$= P(1+i)^2 + P(1+i)^2 i$$

$$= P(1+i)^2 (1+i)$$

$$= P(1+i)^3$$

dengan analogi diatas maka dapat akhir periode ke N, jumlah uang tersebut akan menjadi

$$F = P (1 + i)^N \quad (2.4)$$

Ringkasan ilustrasi pemajemukan tersebut dapat ditunjukkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.3. efek pemajemukan bunga

Akhir periode A	Jumlah Hutang B = A i	Bunga untuk Periode berikut C = A + B	Hutang pada periode berikutnya	
0	P	Pi	P + Pi	= P(1+i)
1	P(1+i)	P(1+i) i	P(1+i) i + P(1+i) i	= P(1+i) ²
2	P(1+i) ²	P(1+i) ² i	P(1+i) ² + P(1+i) ² i	= P(1+i) ³
3	P(1+i) ²	P(1+i) ³ i	P(1+i) ³ + P(1+i) ³ i	= P(1+i) ⁴
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
N-1	P(1+i) ^{N-1}	P(1+i) ^{N-1} i	P(1+i) ^{N-1} + P(1+i) ^{N-1} i	= P(1+i) ^N
N	P(1+i) ^N			

Faktor $(1+i)^N$ dinamakan faktor jumlah pemajemukan pembayaran tunggal (*single payment compound amount factor* = SPCAF) dan akan menghasilkan jumlah F dari

nilai awal sejumlah P setelah dibungakan secara majemuk selama N periode dengan tingkat $i\%$ per periode. Jelasnya, SPCAF bisa didefinisikan sebagai berikut :

$$F/P = (1 + i)^N \quad (2.5)$$

Persamaan diatas juga bisa dinyatakan sebagai berikut :

$$F/P = (F/P, i\%, N) \quad (2.6)$$

Yang artinya adalah kita ingin mendapatkan F dengan mengetahui nilai P , $i\%$ dan N. dengan demikian , persamaan tersebut juga bisa diekspresikan dengan :

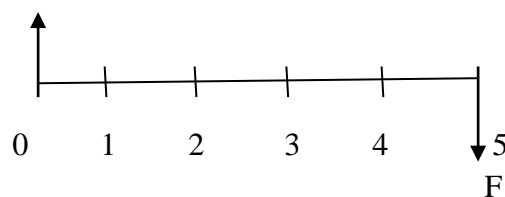
$$F = P (F / P, i\%, N) \quad (2.7)$$

Dengan melakukan perumusan seperti ini maka dengan mudah kita akan mendapatkan nilai-nilai F pada berbagai nilai P , I dan N yang berbeda karena faktor (F/P, $i\%$, N) telah tersedia dalam bentuk tabel untuk berbagai nilai I dan N. (lihat tabel lampiran)

Contoh 2.3

Seorang karyawan meminjam uang di bank sejumlah Rp. 1 juta dengan bunga 12% per tahun dan akan dikembalikan sekali dalam 5 tahun mendatang . (a) gambar diagram alir kas dari persoalan tersebut. Hitunglah jumlah yang harus dikembalikan (b) dengan rumus (c) dengan table ,

Rp. 1 Juta = P



Gambar 2.4 diagram alir kas dari Contoh 2.3

Solusi :

- Gambar 2.4 adalah gambar diagram aliran kas dari persoalan tersebut
- Dengan rumus, diketahui $P = \text{Rp. 1 juta}$, $i = 12\%$, $N = 5$, maka

$$\begin{aligned} F &= \text{Rp. 1 juta} (1 + 0,12)^5 \\ &= \text{Rp. 1} (1,12)^5 \\ &= \text{Rp. 1} (1,7623) \\ &= \text{Rp. 1,7623 juta} \end{aligned}$$

- c. Dengan table, lihat table pada lampiran dengan $i = 12\%$ dengan $N = 5$, pada table tersebut akan tampak angka 1,762
 Dengan demikian maka nilai F adalah :
 $F = \text{Rp. 1 juta } (F/P, 12\%, 5)$
 $= \text{Rp. 1 juta } (1,762)$
 $= \text{Rp. 1,762 juta}$

Perbedaan angka kedua perhitungan di atas disebabkan karena pembulatan yang dilakukan pada pembuatan tabel. Sebetulnya angka-angka pada tabel adalah perhitungan rumus faktor SPCAF di atas.

$i = 12\%$		
		Single payment ...
N	F/P	P/F ...
1		
2		
3		
4		
5		
6		
-		
-		
-		
N		

Diagram illustrating the lookup process in the table:

- An arrow labeled "periode" points to the value 5 in the N column.
- An arrow points from the value 5 in the N column to the value 1,762 in the F/P column.
- An arrow points from the value 1,762 in the F/P column to the text "Nilai Faktor F/P yang dicari".

Gambar 2.5. cara melihat tabel faktor bunga

2.6 Faktor Nilai Sekarang dari Pembayaran Tunggal (Mencari P Bila Diketahui F)

Dengan persamaan (2.4) di atas, kita juga bisa menulis persamaan P sebagai berikut :

$$P = F \frac{1}{(1+i)^N} \quad (2.8)$$

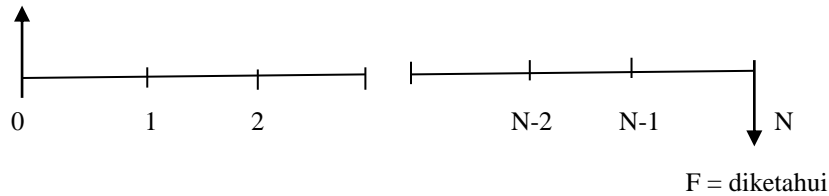
Faktor yang berada didalam kurung dinamakan faktor nilai sekarang pembayaran tunggal (*single-payment present worth factor* = SPPWF) , atau sering hanya disebut faktor nilai sekarang. Faktor ini memungkinkan kita menghitung faktor nilai sekarang dari suatu nilai F dan N periode mendatang bila tingkat bunga yang berlaku adalah $i\%$. diagram aliran kas dari persoalan yang seperti ini digambarkan pada gambar 2.6.

Secara fungsional faktor SPPWF dapat dinyatakan dengan $(P/F, i\%, N)$, artinya kita ingin mendapatkan P dengan mengetahui nilai F, $i\%$ dan N. oleh karenanya, persamaan (2.8) dapat diekspresikan dalam bentuk fungsional sebagai berikut :

$$P = F(P / F, I \% , N) \quad (2.9)$$

Nilai-nilai dari faktor SPPWF untuk berbagai nilai I maupun N juga ditunjukkan pada lampiran.

$P = ?$



Gambar 2.6. diagram alir kas untuk mendapatkan P bila F diketahui

Pada dasarnya harga diri kedua faktor diatas (SPCAF dan SPPWF) saling berkebalikan pada i dan N yang sama. Secara matematis hal ini dapat dirumuskan :

$$(F/P, i\%, N) = \frac{1}{(F/P, i\%, N)} \quad (2.10)$$

Atau

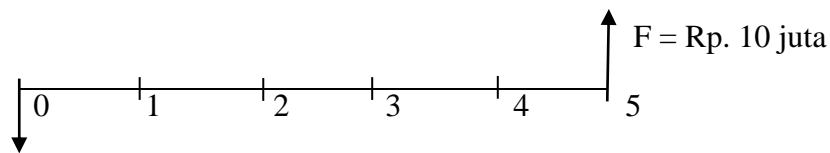
$$F/P = \frac{1}{F/P} \quad (2.11)$$

Adalah penting untuk ditekankan bahwa kedua jenis rumus yang diturunkan diatas meruoakan rumus pembayaran tunggal , yang mana rumus ini hanya digunakan untuk mendapatkan nilai sekarang atau nilai mendatang bila hanya satu pembayaran atau penerimaan diketahui. Konversi dari pembayaran atau penerimaan yang lebih dari satu akan dibahas pada sub bab selanjutnya.

Contoh 2.4

Tentukan berapa banyak uang yang harus didepositkan pada saat ini agar 5 tahun lagi bisa menjadi Rp. 10 juta bila diketahui tingkat bunga yang berlaku adalah 18%

- Dengan menggunakan rumus bunga
- Dengan table yang telah tersedia



$$P = ?$$

Gambar 2.7. diagram alir kas dari contoh 2.4

Solusi :

Untuk mendapatkan jawaban pertanyaan tersebut ada baiknya digambarkan terlebih dahulu diagram aliran kasnya seperti pada gambar 2.7

- a. Dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} P &= F \left[\frac{1}{(1+i)^N} \right] \\ &= \text{Rp. 10 juta} \left[\frac{1}{(1+0.18)^5} \right] = 10 \left[\frac{1}{2,288} \right] \\ &= \text{Rp. 10 juta} (0,4371) = \text{Rp. 4,371 juta} \end{aligned}$$

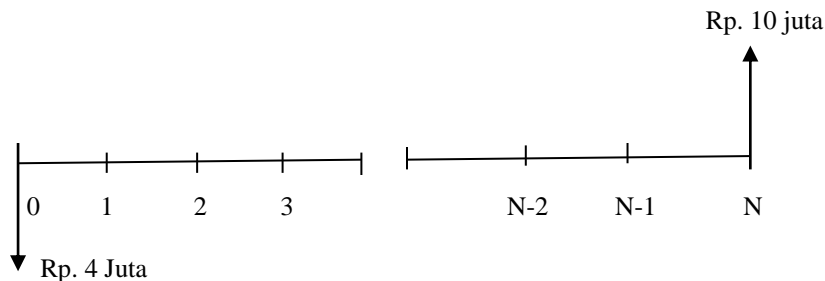
- b. Dengan tabel, lihat pada lampiran diperoleh nilai $(P/F, 18\%, 5) = 0,4371$ sehingga hasil sama dengan jawaban (a) diatas. Jadi, untuk mendapatkan Rp. 10 juta lima tahun mendatang dengan tingkat bunga 18% maka harus didepositokan sebanyak rp. 4,371 juta saat ini.

Contoh 2.5

Berapa tahunkah uang yang jumlahnya Rp. 4 juta harus disimpan di bank yang memberikan tingkat bunga 15% pertahun sehingga uang tersebut menjadi Rp. 10 juta ?

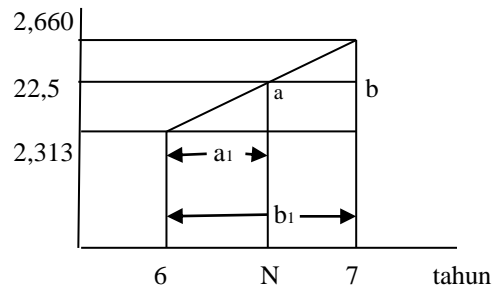
Solusi :

Diagram alir kas dari persoalan tersebut terlihat pada gambar 2.8. nilai N diperoleh dengan 2 cara yaitu dengan memakai rumus pada persamaan (2.4) atau dengan bantuan tabel. Dengan rumus, nilai N didapatkan dengan perhitungan :



Gambar 2.8. diagram aliran kas untuk contoh 2.5

$(F/P, 15\%, N)$



Gambar 2.9 ilustrasi interpolasi linier

$$F = P(1+i)^N$$

$$10 \text{ juta} = \text{Rp. } 4 \text{ Juta } (1 + 0,15)^N$$

$$(1 + 0,15)^N = 2,5$$

$$N = \frac{\ln 2,5}{\ln 1,15}$$

$$= 6,556 \text{ tahun}$$

Bila kita menggunakan tabel maka nilai N harus dicari melalui interpolasi dengan terlebih dahulu mencari-cari nilai N yang mendekati.

Dari mana persamaan $F/P = (F/P, i\%, N)$ diperoleh :

$$(F/P, i\%, N) = 2,5$$

Pada tabel lampiran, dengan $i = 15\%$ kita akan mendapatkan :

$$(F/P, 15\%, 6) = 2,313, \text{ dan}$$

$$(F/P, 15\%, 7) = 2,660$$

Dengan demikian maka nilai N akan berada antara 6 dan 7 tahun karena kita harus mendapatkan :

$$(F/P, 15\%, N) = 2,5$$

Untuk memahami interpolasi linier tersebut perhatikan segitiga pada gambar 2.9 :

Dari segitiga tersebut, berdasarkan perbandingan geometri, kita akan mendapatkan persamaan :

$$\frac{a}{a_1} = \frac{b}{b_1}$$

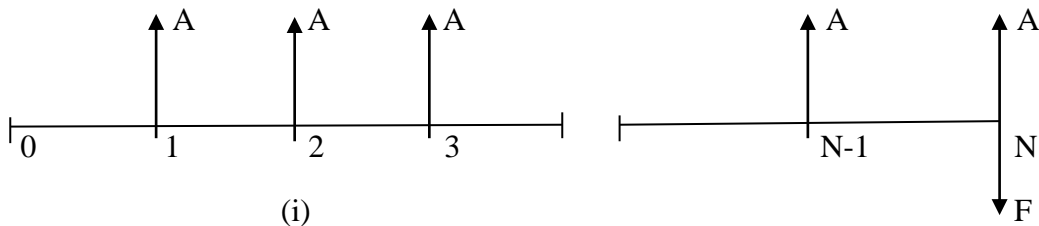
$$\frac{2,5-2,313}{N-6} = \frac{2,660-2,313}{7-6}$$

$$N-6 = \frac{2,5-2,313}{2,660-2,313}$$

$$N = 6 + \left(\frac{0,187}{0,347}\right)$$

$$N = 6,539 \text{ tahun}$$

Perbedaan hasil N dari kedua pendekatan diatas diakibatkan karena pada interpolasi linier kita melinierkan hubungan yang sebenarnya berlangsung secara eksponensial. Pendekatan serupa juga bisa dilakukan untuk mendapatkan nilai i bila yang diketahui adalah P, F, dan N.



Gambar 2.10. deret seragam A dan nilai F yang bersesuaian

2.7 Faktor Pemajemukan Deret Seragam (Mencari F Bila Diketahui A)

Diagram aliran kas yang menunjukkan deret seragam sebesar A selama N periode dengan bunga $i\%$ ditunjukkan pada gambar 2.10. deret seragam yang seperti ini sering disebut dengan annuity.

Bila kita meminjam sejumlah yang sama (A) setiap tahun selama N tahun dengan bunga $i\%$ maka besarnya pinjaman pada tahun ke N tersebut adalah :

$$F = A + A(1+i) + A(1+i)^2 + \dots + A(1+i)^{N-1} \quad (2.12)$$

Dengan mengalihkan kedua ruas dengan $(1+i)$ akan diperoleh :

$$F(1+i) = A(1+i) + A(1+i)^2 + A(1+i)^3 + \dots + A(1+i)^N \quad (2.13)$$

Apabila kita mengurangkan persamaan (1.12) pada persamaan (2.13) maka akan didapatkan :

$$F(1+i) - F = A(1+i)^N - A$$

Atau

$$F(1+i)^N = A[(1+i)^N - 1]$$

$$F = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right] \quad (2.14)$$

Atau

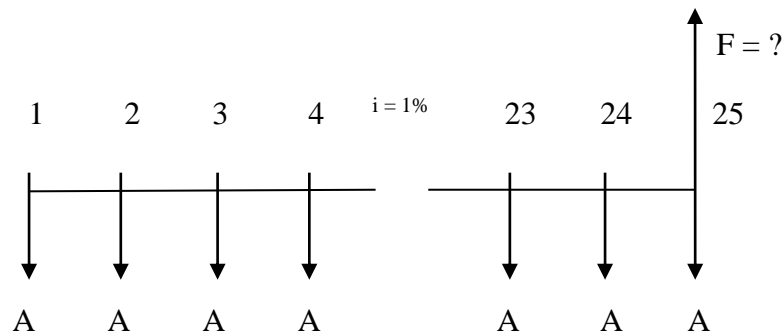
$$F/A = \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right] \quad (2.15)$$

faktor ini dinamakan faktor pemajemukan deret seragam (Uniform Series Compound Amount Factor = USCAF) dan secara fungsional dapat dinyatakan dengan :

$$(F/A, i\%, N) = \frac{(1+i)^N - 1}{i} \quad (2.16)$$

atau

$$F = A(F/A, i\%, N) \quad (2.17)$$



Gambar 2.11. diagram aliran kas contoh 2.6

Contoh 2.6

Jika seseorang menabung Rp. 100.000 tiap bulan selama 25 bulan dengan bunga 1% perbulan, berapakah yang ia miliki pada bulan ke-25 tersebut ?

Solusi :

Diagram aliran kas dari contoh ini ada di atas

$$\begin{aligned} F &= A(F/A, i\%, N) \\ &= \text{Rp. } 100.000 (F/A, 1\%, 25) \\ &= \text{Rp. } 100.000 (28,243) \\ &= \text{Rp. } 2.824.300 \end{aligned}$$

Jadi , pada bulan ke 25 jumlah uang yang dimiliki adalah Rp. 2.824.300.

2.8 Faktor Singking Fund Deret Seragam (Mencari A Bila Diketahui F)

Faktor ini adalah kebalikan dari USCAF diatas. Dari persamaan (2.14) bisa kita tulis:

$$A = F \left[\frac{i}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.18)$$

Atau

$$A/F = \left[\frac{i}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.19)$$

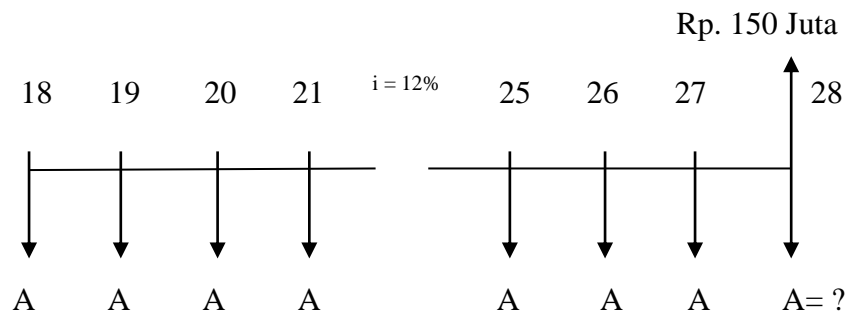
Persamaan (2.19) menunjukkan faktor fund deret seragam (Uniform Series Singking Fund Factor = USSFF). Dalam bentuk lain dapat juga dinyatakan :

$$(A/F, i\%, N) = \left[\frac{i}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.20)$$

Atau

$$A = F(A/F, i\%, N)$$

Dengan persamaan ini kita akan bisa mencari A bila nilai F, I dan N diketahui.



Gambar 2.12. diagram aliran kas untuk contoh 2.7

Contoh 2.7

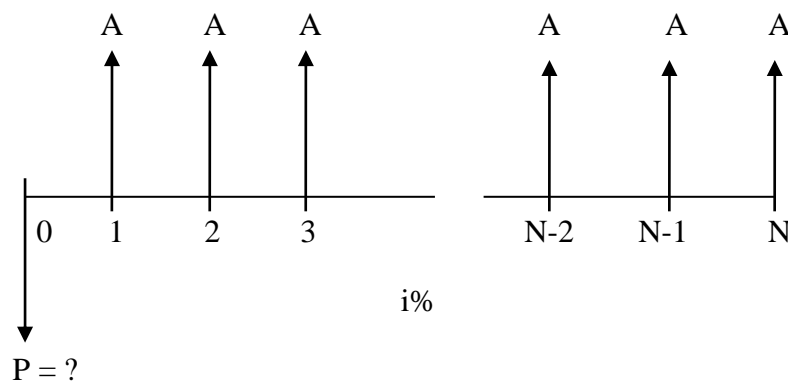
Desi saat ini berusia 17 tahun. Ia merencanakan membeli rumah tipe 70 pada saat ia berusia 28 tahun. Harga rumah pada saat ia berusia 28 tahun diperkirakan Rp. 150 juta. Untuk memenuhi keinginan ia harus berusaha keras menabung mulai tahun ke 18. Bila ia akan menabung dengan jumlah yang sama tiap tahun dan

bunga yang diberikan oleh bank adalah 12% , berapakah Desi harus menabung tiap tahunnya ?

Solusi :

diagram aliran kas dari persoalan ini digambar seperti gambar 2.12:

$$\begin{aligned} A &= F (A/F, i\%, N) \text{ dimana } N = 11 \text{ tahun} \\ &= \text{Rp. 150 juta } (A/F, 12\%, 11) \\ &= \text{Rp 150 Juta } (0,04842) \\ &= \text{Rp. 7.263.000} \end{aligned}$$



Gambar aliran kas untuk mencari P bila diketahui A selama N

2.9 Faktor Nilai Sekarang Deret Seragam (Mencari P Bila Diketahui A)

Faktor ini digunakan untuk menghitung nilai ekuivalen pada saat ini bila aliran kas seragam sebesar A terjadi pada tiap akhirperiode selama N periode dengan tingkat bunga $i\%$. secara diagramatis hal ini dilukiskan [ad agambar 2.13.

Dari persamaan (2.4),

$$F = P(1+i)^N$$

Dan persamaan (2.14),

$$F = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right]$$

Akan diperoleh persamaan baru engan proses substitusi sebagai berikut :

$$A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right] = P (1+i)^N$$

Atau

$$P = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} \right] \left[\frac{i}{(1+i)^N} \right]$$

$$\text{Atau } P = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \quad (2.22)$$

$$\text{Atau } P/A = \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \quad (2.23)$$

Faktor ini dinamakan nilai sekarang dari deret seragam (Uniform series Present Worth Factor = USPWF), yang mana dapat juga ditulis.

$$(P/A, i\%, N) = \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \quad (2.24)$$

atau,

$$P = A(P/A, i\%, N) \quad (2.25)$$

Contoh 2.8

Seorang investor menawarkan sebuah rumah dengan pembayaran kredit. Sebuah rumah ditawarkan dengan membayar uang muka Rp.10 juta dan angsuran yang sama selama 100 bulan sebesar Rp. 200 ribu perbulan. Bila uang yang berlaku adalah 1% perbulan, berapakah harga rumah tersebut bila harus dibayar kontan saat ini ?

Solusi :

Harga rumah tersebut saat ini adalah harga uang muka ditambahkan harga saat ini dari angsuran yang harus dibayar .

Harga saat ini dari angsuran selama 100 bulan adalah :

$$\begin{aligned} P &= A(P/A, i\%, N) \\ &= \text{Rp. } 200.000 (P/A, 1\%, 100) \\ &= \text{Rp. } 200.000 (63,029) \\ &= \text{Rp. } 12.603.800 \end{aligned}$$

Jadi harga rumah tersebut saat ini adalah $\text{Rp. } 12.603.800 + \text{Rp. } 10.000.000 = \text{Rp. } 22.603.800$

2.10 Faktor Pemulihan Modal Deret Seragam (Mencari A Bila Diketahui P)

Faktor ini adalah kebalikan dari USPWF, yaitu untuk mengkonversikan suatu nilai sekarang pada nilai seragam pada suatu periode tertentu (N) bila tingkat bunga diketahui maka kita bisa menulis

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.26)$$

Atau

$$A/P = \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.27)$$

Faktor ini dinamakan faktor pemulihan modal deret seragam (Uniform Series Capital Recovery Factor = USCRF) atau faktor Amortisasi dan bisa juga dinyatakan dengan :

$$(A/P, i\%, N) = \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (2.28)$$

atau

$$A = P(A/P, i\%, N) \quad (2.29)$$

Contoh 2.9

Sebuah industry yang sedang didirikan membutuhkan sebuah mesin CNC yang harganya saat ini adalah Rp.200 juta. Pimpinan industry memutuskan untuk membeli mesin tersebut dengan pembayaran angsuran selama 5 tahun dan dibayar tiap bulan dengan angsuran yang sama. Jumlah maksimum yang diangsur adalah 75% dari harganya. Bila bunga yang berlaku adalah 1% per bulan, berapakah besarnya angsuran yang harus dibayar tiap bulan ?

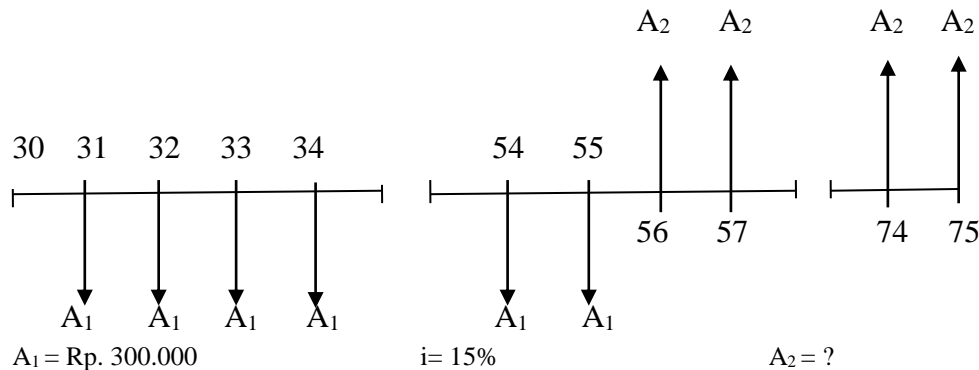
Solusi :

Jumlah yang akan diangsur adalah 75% x Rp 200 juta = Rp 150 juta. Besarnya angsuran tiap bulan adalah (selama 5 x 12 = 60 bulan)

$$\begin{aligned} A &= P(A/P, i\%, N) \\ &= \text{Rp. 150 juta } (A/P, 1\%, 60) \\ &= \text{Rp 150 juta } (0,2224) \\ &= \text{Rp. 3,336 juta} \end{aligned}$$

Contoh 2.10

Seorang guru yang berusia 30 tahun merencanakan tabungan hari tua sampai berusia 55 tahun. Ia berharap agra tabungan itu bisa dinikmati selama 20 tahun, mulai umur 56 smpai 75 tahun. Ia juga merencanakan akan mengambil uang yang jumlahnya sama tiap tahun selama 20 tahun tersebut. Ia merencanakan akan menabung mulai akhir tahun depan. Bila ia akan menabung dengan jumlah Rp. 300.000 per tahun dan bunga yang diperoleh adalah 15% per tahun berapakah yang bisa dia ambil tiap tahun pada saat usianya antara 56- 75 tahun ?

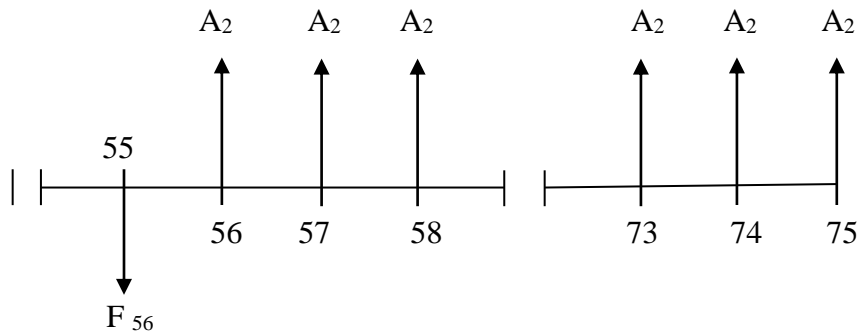


Gambar 2.14. diagram aliran kas contoh 2.10

Solusi :

Untuk menyelesaikan persoalan ini maka digambar terlebih dahulu diagram aliran kasnya seperti pada gambar 2.14.

Langkah pertama adalah mengubah nilai-nilai A_1 kenilai F pada tahun ke-55 sehingga aliran kas menjadi seperti gambar 2.15 dimana,



Gambar 2.15 diagram aliran kas contoh 2.10 (disederhanakan)

$$\begin{aligned}
 F_{56} &= A_1 (F/A, i\%, N) \\
 &= \text{Rp. } 300.000 (F/A, 15\%, 25) \\
 &= \text{Rp. } 300.000 (212,793) \\
 &= \text{Rp. } 63.837.900
 \end{aligned}$$

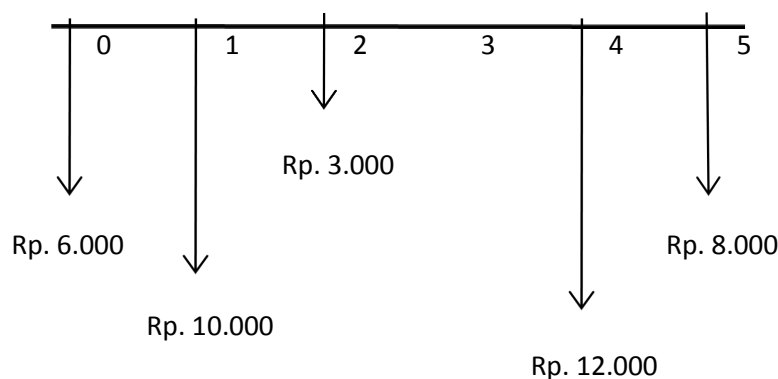
Selanjutnya, F_{56} ini adalah nilai P dari nilai-nilai A_2 sehingga nilai A_2 dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} A_2 &= P(A/P, i\%, N) \\ &= F_{55}(A/P, 15\%, 20) \\ &= \text{Rp. } 63.837.900(0.15976) \\ &= \text{Rp. } 10.198.742 \end{aligned}$$

2.11 Menangani Aliran Kas yang Tidak Teratur

Pada pembahasan-pembahasan sebelumnya kita hanya dihadapkan pada aliran kas yang teratur dimana aliran kas terjadi sekali (tunggal) atau terjadi secara seragam dari periode ke periode. Pada kenyataannya kita mungkin sering harus menghadapi aliran kas yang terjadi secara tidak teratur, dimana besarnya aliran kas netto pada setiap periode tidak memiliki pola yang tertur.

Untuk menangani masalah yang seperti ini bisaanya kita harus melakukan konversi satu persatu ke awal atau ke akhir periode sehingga kita akan mendapatkan nilai total dari P , F , atau A dari aliran kas tersebut. Contoh berikut menggambarkan aliran kas yang tidak teratur. Contoh berikut menggambarkan aliran kas yang tidak teratur.



Gambar 2.16. Diagram aliran kas tidak teratur

Contoh 2.11

Perhatikan diagram aliran kas pada gambar 2.16 dengan menggunakan tingkat bunga 12% tentukan nilai P, F, dan A dari keseluruhan aliran kas tersebut.

Solusi :

Untuk memperoleh nilai P dari keseluruhan diagram tersebut maka dilakukan konversi setiap ada aliran kas ke nilai awal (ditahun ke 0)

$$P_0 = \text{Rp. } 6.000$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \text{Rp. } 10.000 (P/F, 12\%, 1) \\ &= \text{Rp. } 10.000 (0,8929) = \text{Rp. } 8.929 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= \text{Rp. } 3.000 (P/F, 12\%, 2) \\ &= \text{Rp. } 3.000 (0,7972) = \text{Rp. } 2.391,6 \end{aligned}$$

$$P_3 = 0$$

$$\begin{aligned} P_4 &= \text{Rp. } 12.000 (P/F, 12\%, 4) \\ &= \text{Rp. } 12.000 (0,6355) = \text{Rp. } 7.626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_5 &= \text{Rp. } 8.000 (P/F, 12\%, 1) \\ &= \text{Rp. } 8.000 (0,5674) = \text{Rp. } 4.539,2 \end{aligned}$$

Sehingga nilai P keseluruhan aliran kas tersebut adalah

$$\begin{aligned} P &= P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \\ &= 6.000 + 8.929 + 2.391,6 + 0 + 7.626 + 4.539,2 \\ &= \text{Rp. } 29.485,8 \end{aligned}$$

Dengan mengetahui nilai P maka nilai F (pada tahun ke-5) dan A (selama 5 tahun) dapat dihitung dengan mudah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F &= P (F/P, i\%, N) \\ &= \text{Rp. } 29.485,8 (F/P, 12\%, 5) \\ &= \text{Rp. } 29.485,8 (1,762) \\ &= \text{Rp. } 51.953,98 \end{aligned}$$

Dan

$$A = P (A/P, i\%, N)$$

$$= \text{Rp. } 29.485,8 (A/P, 12\%, 5)$$

$$= \text{Rp. } 29.485,8 (0.27741)$$

$$= \text{Rp. } 8.179,66$$

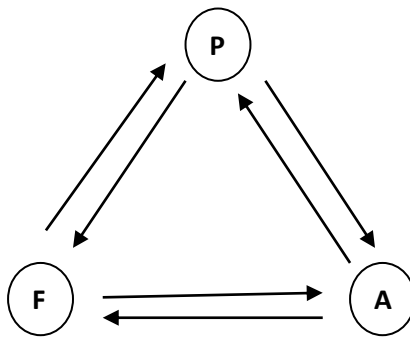
Tabel 2.4. Ringkasan Faktor Konversi Diskret

Nama Faktor	Untuk Mendapatkan	Diketahui	Simbol	Rumus
SPPWF	P	F	$(P/F, i\%, N)$	$\frac{1}{(1+i)^N}$
SPCAF	F	P	$(F/P, i\%, N)$	$(1+i)^N$
USPWF	P	A	$(P/A, i\%, N)$	$\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}$
USCRF	A	P	$(A/P, i\%, N)$	$\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$
USCAF	F	A	$(F/A, i\%, N)$	$\frac{(1+i)^N - 1}{i}$
USSFF	A	F	$(A/F, i\%, N)$	$\frac{i}{(1+i)^N - 1}$

2.12 Ringkasan Faktor-faktor Pemajemukan Diskret

Hubungan-hubungan P, F, dan A akan melibatkan 6 faktor konversi seperti telah diuraikan secara detail pada bahasan sebelumnya. Table 2.4 menampilkan ringkasan dari factor-faktor konversi tersebut.

Secara diagramatis hubungan-hubungan tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.17.

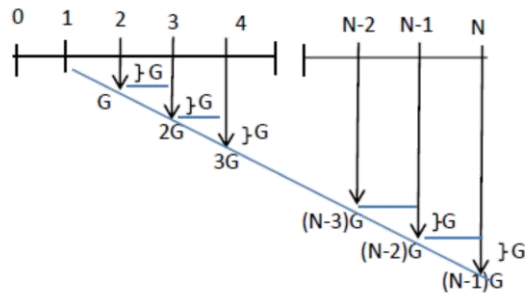


Gambar 2.17. Faktor-faktor penghubung P, F dan A

2.13 Deret Gradien Aritmatik

Dalam menyelesaikan masalah-masalah ekonomi teknik sering kita dihadapkan pada sederetan penerimaan atau pengeluaran tunai yang meningkat atau berkurang secara seragam setiap periode. Besarnya peningkatan atau penurunan itu disebut dengan gradient. Sebagai contoh, misalkan suatu industry tekstil memprediksi terjadi kenaikan biaya perawatan mesin-mesin sebesar Rp. 1 juta per tahun maka Rp. 1 juta ini adalah gradient dari aliran kas perawatan mesin tersebut.

Ada 2 jenis biaya yang bisaanya mengikuti perilaku gradient seperti ini yaitu (1) biaya perawatan dan perbaikan peralatan-peralatan mekanik dan (2) perhitungan beban depresiasi yang mengikuti pola sum of years digit (suatu metoda depresiasi yang mengakibatkan beban depresiasi pada suatu aset turun dengan jumlah yang sama tiap periode).



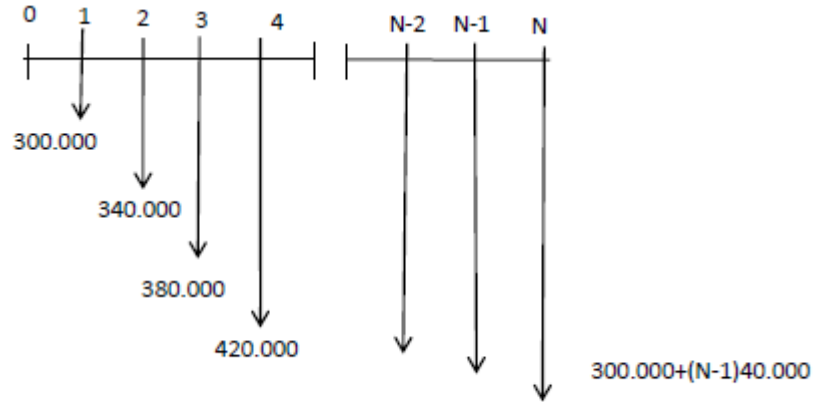
Gambar 2.18. Diagram aliran kas dengan kenaikan gradien

Gambar 2.18 mengilustrasikan suatu deretan pengeluaran yang mengikuti perilaku gradien, dengan gradien sebesar G . Gradien seperti ini dinamakan gradient aritmatika seragam. Diasumsikan bahwa besarnya G pada akhir periode 1 adalah 0.

Rumus-rumus yang dikembangkan untuk deret seragam pada bahasan-bahasan sebelumnya diturunkan dasar nilai yang sama pada tiap akhir periode. Pada model gradient, tiap akhir periode terjadi penerimaan atau pengeluaran yang nilainya tidak sama sehingga diturunkan rumus baru untuk menanganinya. Dalam menurunkan rumus-rumus untuk gradient, perlu diingat (agar lebih mudah), kita tidak menganggap pembayaran yang terjadi pada akhir periode satu sebagai gradient tetapi kita menganggapnya sebagai pembayaran dasar. Dalam kenyataannya nilai pembayaran dasar ini selalu lebih kecil atau lebih besar dari gradiennya. Sebagai contoh, misalnya anda membeli sebuah mobil baru yang bergaransi 1 tahun. Pada tahun pertama pengeluaran anda hanyalah untuk bahan bakar, katakanlah Rp. 300.000 setahun. Nilai Rp. 300.000 ini adalah pembayaran dasar. Setelah tahun kedua, anda harus merawat mobil anda dengan biaya sendiri dan ongkos perawatan ini akan meningkat setiap tahun. Katakanlah pada tahun kedua mobil anda membutuhkan perawatan dengan biaya Rp. 40.000 dan selalu meningkat Rp. 40.000 setiap tahun sehingga total biaya pada tahun kedua adalah Rp. 340.000, tahun ketiga Rp. 380.000 dan seterusnya, sehingga pada tahun ke N total ongkos tersebut akan menjadi $300.000 + (N-1) 40.000$ rupiah. Ilustrasi dari perilaku ongkos perawatan mobil ini ditunjukkan pada Gambar 2.19.

Ada beberapa cara yang bisa dipakai untuk menurunkan rumus-rumus factor gradient, bisa melalui F , P maupun A . Disini akan diturunkan melewati konversi

masing-masing transaksi ke nilai awal. Dengan mengacu pada Gambar 2.18 maka nilai P dari semua aliran kas tersebut adalah:



Gambar 2.19. Diagram deret gradien seragam perawatan mobil dengan gradien Rp. 40.000

$$P = G(P/F, i\%, 2) + 2G(P/F, i\%, 3) + 3G(P/F, i\%, 4) + \dots + [(N-2) G] (P/F, i\%, N-1) + [(N-1) G] (P/F, i\%, N)$$

Dengan mengeluarkan faktor G diperoleh :

$$P = G(P/F, i\%, 2) + 2(P/F, i\%, 3) + 3(P/F, i\%, 4) + \dots + (N-2) (P/F, i\%, N-1) + (N-1) (P/F, i\%, N) \quad (2.30)$$

atau bisa juga ditulis

$$P = G \left[\frac{1}{(1+i)^2} + \frac{2}{(1+i)^3} + \frac{3}{(1+i)^4} + \dots + \frac{(N-2)}{(1+i)^{N-1}} + \frac{(N-1)}{(1+i)^N} \right] \quad (2.31)$$

Dengan mengalikan kedua ruas persamaan (2.31) dengan $(1+i)$ maka diperoleh:

$$P(1+i) = G \left[\frac{1}{(1+i)^2} + \frac{2}{(1+i)^3} + \frac{3}{(1+i)^4} + \dots + \frac{(N-2)}{(1+i)^{N-1}} + \frac{(N-1)}{(1+i)^N} \right] \quad (2.32)$$

Selanjutnya dengan persamaan (2.31) dikurangkan pada persamaan (2.32) sehingga didapatkan hubungan berikut :

$$P(1+i) - P = G \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{2-1}{(1+i)^2} + \frac{3-2}{(1+i)^3} + \dots + \frac{(N-1)(N-2)}{(1+i)^{N-1}} - \frac{(1-N)}{(1+i)^N} \right]$$

$$P(1+i) - P = G \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{N-1}} - \frac{(1-N)}{(1+i)^N} \right]$$

Ruas yang sebelah kiri bisa diuraikan menjadi $P + P_i - P = P_i$. Dengan mengeluarkan n yang terakhir dan membagi kedua ruas dengan I , akan diperoleh persamaan :

$$P = \left[\frac{1}{(1+i)} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^{N-1}} - \frac{1}{(1+i)^N} \right] - \frac{GN}{i(1+i)^N}$$

Ekspresi yang berada didalam kurung adalah nilai sekarang (P) dari suatu deret seragam yang besarnya 1 selama N periode, sehingga bisa disubsitusikan dengan faktor P/A pada persamaan (2.23) dan menjadi sebagai berikut :

$$P = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{(1+i)} \right] - \frac{GN}{i(1+i)^N} \quad (2.33)$$

$$= \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)} - \frac{N}{i(1+i)^N} \right]$$

Faktor ini disebut dengan faktor nilai sekarang dari sekarang dari deret gradien (Present Worth of Gradients Series Factor = PWGSF) digunakan untuk mengubah

suatu deret gradient seragam ke nilai sekarang, yaitu mengubah G menjadi F bila nilai i dan N diketahui. Dalam bentuk standar, notasi diatas juga bisa ditulis :

$$P/G, i\%, N) = \frac{1}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} - \frac{N}{(1+i)^N} \right] \quad (2.34)$$

$$P = G(P/G, i\%, N)$$

Untuk memperoleh faktor nilai mendatang (F) dari geret gradient maka dipakai persamaan (2.7) yaitu :

$$F = P(F/P, i\%, N)$$

Kemudian substitusi P sesuai persamaan (2.33) dan substitusi faktor $(F/P, i\%, N)$ sesuai persamaan (2.5) sehingga didapatkan hubungan :

$$F = \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} - \frac{N}{(1+i)^N} \right] (1+i)^N \quad (2.36)$$

$$F/G = \frac{1}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i} - N \right]$$

Atau bisa juga ditulis :

$$F = G (F/G, i\%, N) \quad (2.37)$$

Faktor ini digunakan untuk mendapat nilai F bila nilai-nilai G, I dan N diketahui.

Nilai-nilai gradient tadi juga bisa dikonversikan ke deret seragam dengan menggunakan persamaan (2.29),

$$A = P (A/P, i\%, N)$$

dan mengganti P sesuai persamaan (2.33) dan mensubstitusikan ekspresi $(A/P, i\%, N)$ sesuai persamaan (2.28) sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} F &= \frac{G}{i} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} - \frac{N}{(1+i)^N} \right] \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \\ &= \frac{G}{i} \left[1 - \frac{Ni}{(1+i)^N - 1} \right] \\ &= G \left[\frac{1}{i} - \frac{N}{(1+i)^N - 1} \right] \end{aligned}$$

Faktor ini juga bisa ditulis :

$$\begin{aligned} A &= G (A/G, i\%, N) \\ (2.39) \end{aligned}$$

Yang bisa digunakan untuk mencari nilai A bila nilai-nilai G, i dan N diketahui.

Dari hubungan-hubungan diatas selalu juga terjadi hubungan invers berikut :

$$\begin{aligned} (G/P, i\%, N) &= \frac{1}{\left(\frac{P}{G}, i\%, N\right)} \\ (2.40) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (G/F, i\%, N) &= \frac{1}{\left(\frac{F}{G}, i\%, N\right)} \\ (2.41) \end{aligned}$$

$$(G/A, i\%, N) = \frac{1}{(\frac{A}{G}, i\%, N)}$$

(2.42)

Disamping itu juga terjadi hubungan-hubungan perkalian :

$$(G/P, i\%, N) = (G/A, i\%, N) (A/P, i\%, N)$$

(2.43)

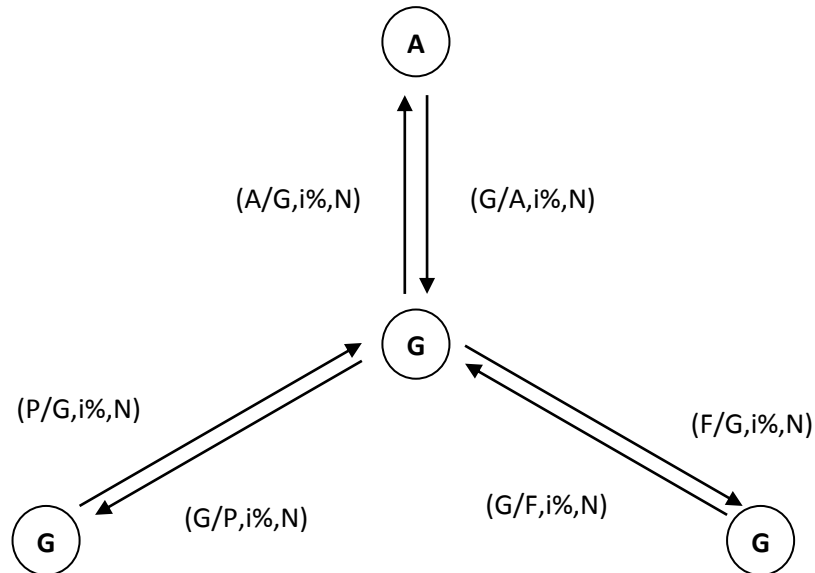
$$(G/F, i\%, N) = (G/P, i\%, N) (P/F, i\%, N)$$

(2.44)

$$(G/A, i\%, N) = (G/F, i\%, N) (F/A, i\%, N)$$

(2.45)

dan hubungan-hubungan sejenis yang lainnya. Kalau dinyatakan dalam bentuk diagram maka hubungan antara A, P, F dengan G dapat digambarkan seperti Gambar 2.20

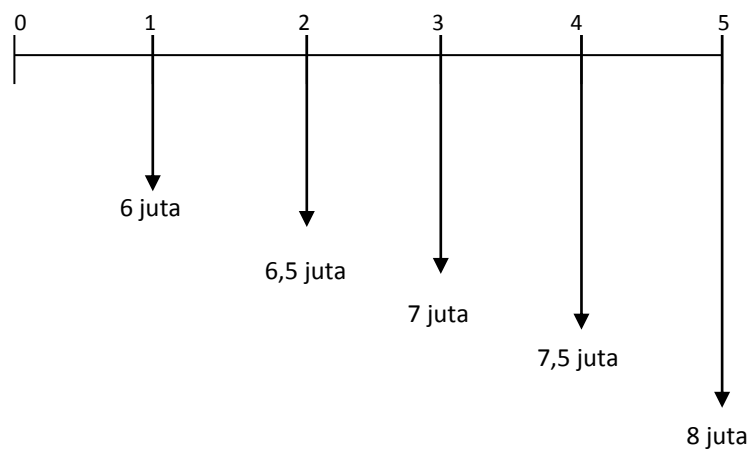


Gambar 2.20. Hubungan A, P dan F dengan G

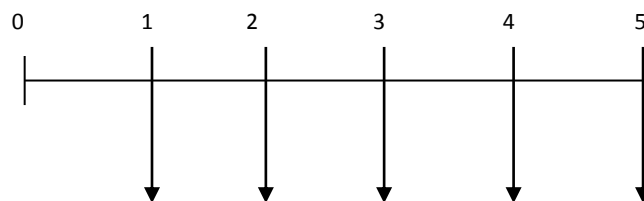
Contoh 2.12

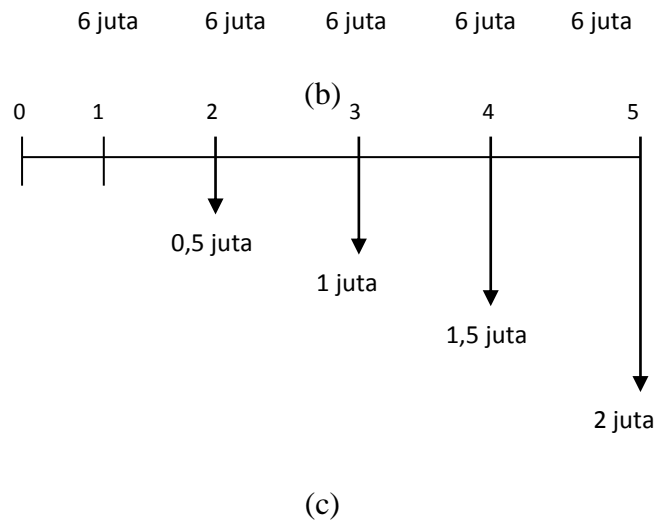
Perkiraan ongkos operasi dan perawatan mesin-mesin yang digunakan oleh sebuah industri kimia adalah Rp. 6 juta pada tahun pertama, Rp. 6,5 juta pada tahun kedua dan seterusnya selalu meningkat 0.5 juta setiap tahun sampai tahun ke 5. Bila tingkat bunga yang berlaku adalah 15% per tahun hitunglah :

- Nilai sekarang dari semua ongkos tersebut (pada tahun ke-0).
- Nilai semua ongkos tersebut pada tahun ke-5.
- Nilai deret seragam dari semua ongkos tersebut selama 5 tahun.



(a)





Gambar 2.21. Diagram aliran kas untuk Contoh 2.21, (a) bagian deret seragam (b) dan bagian gradient (c) Disini berlaku hubungan (a) = (b) + (c)

Solusi :

Diagram aliran kas dari persoalan ini terlihat pada Gambar 2.21. Diagram tersebut dapat diuraikan menjadi dua bagian yaitu bagian yang menunjukkan deret seragam sebesar pembayaran awal (Rp. 6 juta) dan bagian yang menunjukkan gradient yang besarnya adalah Rp. 0,5 juta.

- a. Nilai sekarang (P) dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= P_1 + P_2 \\
 &= \text{Rp. } 6 \text{ juta}(P/A, 15\%, 5) + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta}(P/G, 15\%, 5) \\
 &= \text{Rp. } 6 \text{ juta}(3,352) + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta}(5,775) = \text{Rp. } 22,9995 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

- b. Nilai pada tahun ke-5 bisa dihitung dengan mengubah P ke F.

$$\begin{aligned}
 F &= P(F/P, 15\%, 5) \\
 &= \text{Rp. } 22,9995 \text{ juta}(2,011) \\
 &= \text{Rp. } 46,252 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

atau langsung dari diagram aliran kas Gambar 2.21 yaitu :

$$F = F_1 + F_2$$

$$= \text{Rp. } 6 \text{ juta}(F/A, 15\%, 5) + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta}(F/G, 15\%, 5)$$

$$= \text{Rp. } 6 \text{ juta}(6,742) + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta}(11,62)$$

$$= \text{Rp. } 46,262 \text{ juta}$$

selisih antara hasil pertama dan kedua adalah efek dari pembulatan.

c. Nilai deret seragam juga bias didapatkan dengan cara tersebut, yaitu :

$$A = P (A/P, 15\%, 5)$$

$$= \text{Rp. } 22,9995 \text{ juta}(0,29832)$$

$$= \text{Rp. } 6,861 \text{ juta}$$

atau

$$A = A_1 + A_2$$

$$= \text{Rp. } 6 \text{ juta} + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta}(A/G, 15\%, 5)$$

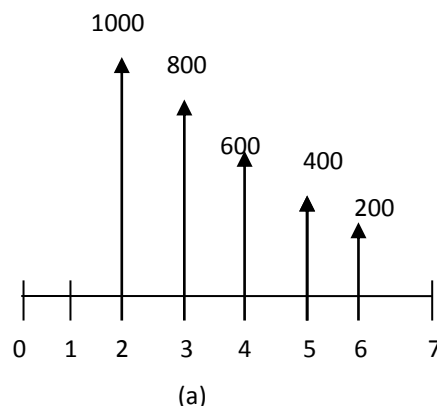
$$= \text{Rp. } 6 \text{ juta} + \text{Rp. } 0,5 \text{ juta} (1,723)$$

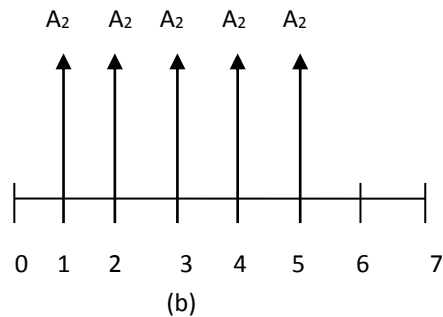
$$= \text{Rp. } 6,862 \text{ juta}$$

atau dicari dari F yang didapatkan pada perhitungan (b).

Contoh 2.13

Perhatikan Gambar 2.22(a). Berapakah nilai A agar keseluruhan nilai-nilai pada diagram aliran kas tersebut sama dengan nilai dari diagram aliran kas pada Gambar 2.22(b)? Gunakan tingkat bunga 10%.

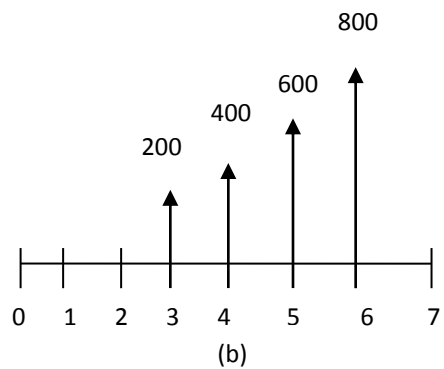
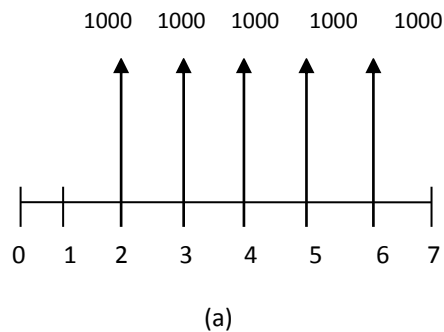




Gambar 2.22 Diagram aliran kas untuk contoh 2.13

Solusi :

Untuk mendapatkan nilai A_2 pada Gambar 2.22 (b) maka aliran kas pada Gambar 2.22 (a) diubah terlebih dahulu menjadi nilai seragam antara periode 2 sampai 6, sebut saja hasilnya adalah A_1 . Untuk memperoleh nilai A_1 , Gambar 2.22 (a) diuraikan menjadi 2 bagian seperti yang terlihat pada Gambar 2.23, yaitu Gambar 2.23 (a) dikurangi Gambar 2.23 (b).



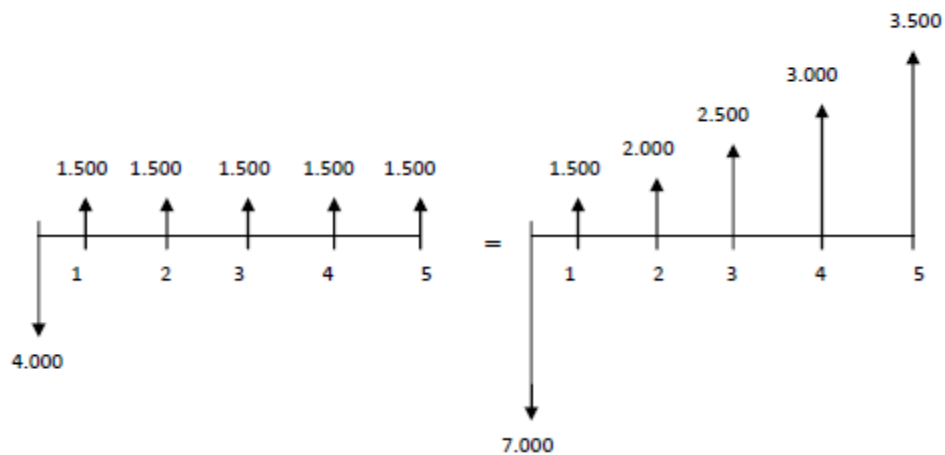
Gambar 2.23. Diagram aliran kas (a) dikurangi (b) adalah sama dengan diagram aliran kas pada Gambar 2.22 (a)

Dari sini diperoleh nilai A_1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_1 &= 1000 - 200(A/G, 10\%, 5) \\ &= 1000 - 200(1,810) \\ &= 638 \end{aligned}$$

A_2 diperoleh dengan menggeser A_1 satu periode kedepan, atau

$$\begin{aligned} A_2 &= A_1(P/F, 10\%, 1) \\ &= 638(0,9091) \\ &= 580 \end{aligned}$$



Gambar 2.24. Diagram aliran kas untuk contoh 2.14

Contoh 2.14

Carilah nilai i yang mengakibatkan 2 aliran kas pada diagram Gambar 2.24 menjadi ekuivalen.

Solusi :

Dengan mengkonversikan semua aliran kas ke dalam deret seragam akan diperoleh persamaan berikut :

$$-4.000(A/P, i, 5) + 1.500 = -7.000(A/P, i, 5) + 1.500 + 500(A/G, i, 5)$$

atau

$$3.000 (A/G, i, 5) = 500 (A/G, i, 5)$$

atau

$$(A/G, i, 5) = 6 (A/P, i, 5)$$

Ini berarti kita mencari suatu nilai yang menyebabkan nilai A/G adalah 6 kali A/P dalam 5 periode. Setelah dicari dalam tabel bunga nilai i yang di maksud terletak antara 12% dan 15% sehingga nilai i ini harus dicari dengan cara interpolasi linier.

Pada $i = 12\%$, nilai

$$(A/G, 12\%, 5) - 6 (A/P, 12\%, 5) = 0,1102$$

Pada $i = 15\%$, nilai

$$(A/G, 15\%, 5) - 6 (A/P, 15\%, 5) = -0,0670$$

Kita akan mencari i sehingga nilai $(A/G, i\%, 5) - 6 (A/P, i\%, 5) = 0$.

Dengan interpolasi diperoleh :

$$\begin{aligned} i &= 0,12 + \frac{0,15-0,12)(0,1102)}{(0,1102+0,0670)} \\ &= 0,1386 \end{aligned}$$

$$= 13,86\%$$

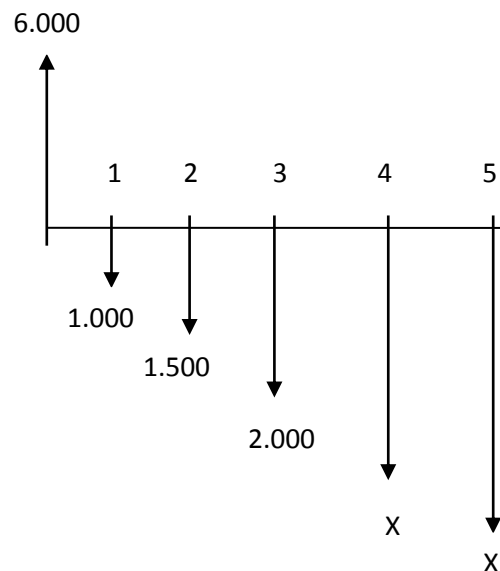
Jadi kedua diagram tersebut akan ekuivalen pada bunga yang besarnya sekitar 13,86%.

2.14 Soal

1. Berapakah yang harus anda simpan dalam jumlah yang sama berturut-turut selama 5 tahun mulai sekarang sehingga dengan bunga 10% anda akan memperoleh uang tersebut sebesar Rp. 12 juta pada tahun ke-10?
2. Berapa lama suatu tabungan harus disimpan sehingga nilainya menjadi 2 kalinya bila bunga yang berlaku adalah 8%?
3. Berapakah uang terkumpul di tahun ke-25 bila setahun dari sekarang didepositokan sebesar Rp. 1 juta, 6 tahun dari sekarang didepositokan sebesar Rp. 3 juta dan 10 tahun dari sekarang didepositokan sebesar Rp. 5 juta? Gunakan $i = 10\%$
4. Seorang Bapak merencanakan beasiswa bagi seorang anaknya yang masih berusia 2 tahun. Bapak ini berupaya agar setelah mahasiswa, anaknya bisa menarik beasiswa ini sebesar Rp. 2,5 juta tiap tahun selama 5 tahun dan anaknya masuk perguruan tinggi pada usia 19 tahun. Bila sang Bapak akan menabungkan uang untuk anaknya mulai tahun ini sampai anaknya hendak masuk ke perguruan tinggi, berapa sang Bapak harus menabung tiap tahun (dengan jumlah yang sama) bila tingkat bunga yang diberikan adalah 13% per tahun?
5. Sebuah perusahaan membeli gedung bekas untuk keperluan pabriknya. Untuk biaya perawatan dan perbaikan diperlukan biaya Rp. 5 juta pada tahun pertama, Rp. 8 juta pada tahun ke-5, dan Rp. 7 juta pada tahun ke-15. Bila umur gedung ini diperkirakan 20 tahun, berapakah nilai perkiraan biaya-biaya tersebut bila diekuivalenkan dengan pengeluaran tahunan selama umur bangunan tersebut ?, gunakan $i = 12\%$
6. Sebidang tanah dibeli dengan harga Rp. 25 juta. Disetujui oleh pembeli mampu penjual bahwa pembayaran meningkat Rp. 3 juta setiap tahun.

Pembayaran dimulai pada tahun ini. Bila tingkat bunga adalah 12% pertahun berapakah besarnya pembayaran pada tahun yang ke-5 (yang terakhir)?

7. Misalkan suatu instansi memiliki perkiraan pengeluaran untuk promosi selama 9 tahun bertahun-tahun sebesar Rp. 2 juta, 3 juta, 4 juta, 5 juta, 4 juta, 3 juta dan 2 juta. Bila tingkat bunga adalah 10% per tahun, tentukanlah nilai deret seragam dari semua pengeluaran tersebut selama 9 tahun.
8. Seorang manajer pabrik sedang memikirkan apakah ia akan membeli sebuah mesin sekarang atau menunggu 3 tahun lagi. Mesin tersebut saat ini berharga Rp. 50 juta dan 3 tahun lagi harganya menjadi Rp. 70 juta. Jika perusahaan menggunakan tingkat bunga 20% per tahun apakah sebaiknya manajer pabrik membeli mesin tersebut sekarang? Asumsikan tidak ada permasalahan teknis yang timbul dari keputusan membeli mesin sekarang atau 3 tahun lagi !
9. Perhatikan diagram aliran kas pada Gambar 2.25 :



Gambar 2.25. Untuk soal no. 9

Berapakah harga X agar semua pengeluaran tersebut sama dengan penerimaan pada periode awal yang besarnya 6.000 ? Gunakan $i = 15\%$ per periode.

10. Hitunglah besarnya G dari aliran kas yang ditunjukkan pada tabel berikut agar nilai awal (P) dari semua aliran kas tersebut bernilai Rp. 57.000 bila bunga yang berlaku adalah 15% pertahun.

Tabel 2.5. Untuk soal 10

Tahun	1	2	3	4	5	6	7
Aliran Kas	8.000	8.000 + G	8.000 + 2G	8.000 + 3G	8.000 + 4G	8.000 + 5G	8.000 + 6G

11. Sebuah perusahaan ingin menghemat pemakaian energi dengan memasang sebuah alat yang harganya Rp. 15 juta. Alat ini diperkirakan akan memberi penghematan Rp. 2 juta pada tahun pertama dan meningkat sebesar Rp. 0,5 juta setiap tahun. Dengan menggunakan tingkat bunga 25% per tahun, hitunglah berapa lama waktu yang dibutuhkan agar penghematan yang diberikan impas dengan harga alat tersebut.
12. Dana yang dibutuhkan oleh sebuah proyek pada tahun pertama adalah Rp. 2,5 juta, pada tahun kedua Rp. 2,8 juta dan naik tiap tahun sebesar Rp. 0,3 juta pada tahun-tahun selanjutnya. Berapa tahunkah proyek tersebut harus selesai agar dana yang dibutuhkan tidak lebih dari Rp. 20 juta (nilai saat proyek barudimulai) bila tingkat bunga yang dipakai adalah 18% pertahun ?
13. Sebuah bank perkreditan rakyat menawarkan pinjaman sebesar Rp. 1 juta dengan pembayaran pengembalian sebanyak Rp. 155 ribu tiap tahun sebanyak 10 kali. Pembayaran pertama dilakukan pada tahun depan. Berapakah tingkat bunga yang dipakai oleh bank tersebut.
14. Perusahaan X memberikan kesempatan persiapan pensiun bagi karyawannya dengan menabung sebesar Rp. 1,5 juta tiap tahun selama 25 tahun. Tabungan pertama dilakukan setahun setelah karyawan mulai bekerja. Perusahaan menjamin akan mengembalikan tabungan tersebut sebesar Rp. 60 juta pada saat karyawan pensiun. Berapakah bunga tabungan karyawan tersebut ?

Bab 3

Jenis Bunga dan Pemajemukan Kontinyu

POKOK BAHASAN

- 3.1 Tingkat Bunga Efektif dan Nominal
- 3.2 Perhitungan untuk Periode Pembayaran yang Lebih Besar dari Periode Pemajemukan
- 3.3 Perhitungan untuk Periode Pembayaran yang Lebih Pendek dari Periode Pemajemukan
- 3.4 Pemajemukan Kontinyu
- 3.5 Rumus – rumus Bunga Pemajemukan Kontinyu
 - 3.5.1 Pemajemukan Kontinyu untuk Aliran Kas Diskrit
- 3.6 soal

3.1 Tingkat Bunga Efektif dan Nominal

Pada bab 2 telah diuraikan perbedaan antara bunga sederhana dan bunga majemuk. Perbedaan dasar kedua buga ini terletak pada apakah bunga yang dihasilkan oleh induk akan ikut berbunga pada periode – periode berikutnya ataukah hanya induk awalnya saja yang berbunga. Istilah bunga nominal dan bunga efektif mengacu pada perbedaan di atas, hanya saja kedua jenis buga ini akan berbeda bila periode pemajemukannya kurang dari satu tahun (misalnya sebulan sekali, setahun 4 kali, dan sebagainya).

Dalam analisis-analisis ekonomi teknik, ketelitian yang tinggi dalam perhitungan bunga tidak selalu diperlukan karena kebanyakan data-data yang dipakai biasanya asih berupa ramalan yang di dasarkan pada kecendrungan-kecendrungan masa lalu. Oleh karenanya tidak selalu penting untuk membedakan apakah pemajemkan akan dilakukan bulanan, tiga bulanan, empat bulanan, atau tahunan. Pada persoalan yang seperti ini akan lebih baik bila perhitungan dilakukan dengan periode tahunan. Namun perlu juga dipertimbangkan, ada berapa bidang yang mengharuskan analisis tingkat bunga dilakukan secara cermat. Salah satu contohnya adalah pada perbankan dan dunia keuangan lainnya.

Secara spesifik dapat dikatakan bahwa tingkat bunga nominal tahunan adalah perkalian antara jumlah periode pemajemukan pertahun dengan tingkat bunga per periode. Misalkan pemajemukan dilakukan tiap bulan dengan tingkat bunga 1,5% perbulan maka tingkat bunga nominal tahunnya adalah $12 \times 1,5\% = 18\%$. Dari sini maka dapat dikatakan bahwa perhitungan tingkat bunga nominal mengabaikan nilai uang dari waktu, seperti halnya pada tingkat bunga sederhana yang di jelaskan pada bab 2. Secara matematis tingkat bunga nominal (tahunan) dapat di ekspresikan dengan :

$$r = i \times m \quad (3.1)$$

dimana:

r = tingkat bunga nominal (tahunan)

i = tingkat bunga nominal (atau tingkat bunga efektif)

m = jumlah pemajemukan tiap tahun

Tingkat bunga efektif adalah bunga tahunan termasuk efek pemajemukan dari setiap periode yang kurang dari satu tahun. Dengan kata lain tingkat bunga efektif adalah tingkat bunga tahunan yang sebenarnya dengan memperhatikan

pemajemukan yang terjadi di dalam satu tahu. Dengan demikian maka tingkat bunga efektif dapat dirumuskan:

$$i_{eff} = (1 + i)^m - 1 \quad (3.2)$$

Dengan mengganti i dengan r/m , lihat persamaan (3.1) maka persamaan (3.2) dapat ditulis:

$$i_{eff} = (1 + r/m)^m - 1 \quad (3.3)$$

Jadi, bila pada ilustrasi diatas kita mendapatkan tingkat bunga nominal tahunan sebesar 18% maka tingkat bunga efektifnya adalah:

$$\begin{aligned} i_{eff} &= (1 + 0,015)^{12} - 1 \\ &= 19,5618\% \end{aligned}$$

Atau kita bisa menggunakan persamaan (3.3)

$$\begin{aligned} i_{eff} &= \left(1 + \frac{0,18}{12}\right)^{12} - 1 \\ &= 19,5618\% \end{aligned}$$

Dengan pendekatan lain, tingkat bunga efektif dapat dihitung dari

$$i_{eff} = \frac{F-P}{P} \quad (3.4)$$

atau,

$$i_{eff} = \frac{F}{P} - 1 \quad (3.5)$$

dimana:

P = nilai sekarang dari suatu aliran kas

F = nilai mendatang (pada suatu saat tertentu) dari suatu aliran kas

Dengan mengacu pada persamaan (3.2) maka secara umum dapat di formulasikan:

$$i_{eff} = \left(\frac{F}{P}\right)^{1/n} - 1 \quad (3.6)$$

Bila kita tinjau kembali persamaan (3.3) maka dapat diketahui bahwa bunga efektif adalah fungsi dari m , yaitu jumlah pemajemukan yang dilakukan dalam setahun. Bila nilai m bertambah maka bunga efektif tahunan jga akan meningkat. Sebagai ilustrasi, pada table 3.1 diperlihatkan bunga efektif yang terjadi untuk berbagai nilai m yang berbeda dengan menggunakan tingkat bunga nominal 15% pertahun. Dari table ini terlihat bahwa tingkat bunga efektif maupun nominal akan sama bila pemajemukan dilakukan setahun sekali.

Table 3.1. perbandingan Bunga Efektif dan nominal pada berbagai nilai m

Jumlah pemajemukan / tahun (m)	Tingkat bunga Nominal (r)%	Tingkat bunga Efektif (i_{eff})%
1	15	$\left(1 + \frac{0,15}{1}\right)^1 - 1 = 15\%$
2	15	$\left(1 + \frac{0,15}{2}\right)^2 - 1 = 15,5625$
12	15	$\left(1 + \frac{0,15}{12}\right)^{12} - 1 = 16,0755$

365	15	$\left(1 + \frac{0,15}{365}\right)^{365} - 1$ $= 16,1798$
-----	----	---

Untuk membandingkan alternatif-alternatif finansial sebaiknya kita selalu menggunakan tingkat bunga efektif tahunan karena hasilnya akan lebih memberikan obyektivitas dari kenyataan yang sebenarnya.

Contoh 3.1

Seorang karyawan meminjam uang Rp. 1 juta dan ia harus mengembalikan pinjaman tersebut 4,5 tahun lagi sebesar Rp 1,5 juta. Bila periode pemajemukan adalah 6 bulan, berapakah besarnya bunga efektif tahunan dari pinjaman tersebut?

Solusi :

Dengan menggunakan persamaan (3.6) diperoleh:

$$i_{eff} = \left(\frac{F}{P}\right)^{1/n} - N, \text{ dimana } N = 4,5$$

$$= \left(\frac{1,5}{1}\right)^{\frac{1}{4,5}} - 1$$

$$= 0,09429 \text{ atau } 9,429\% \text{ setahun}$$

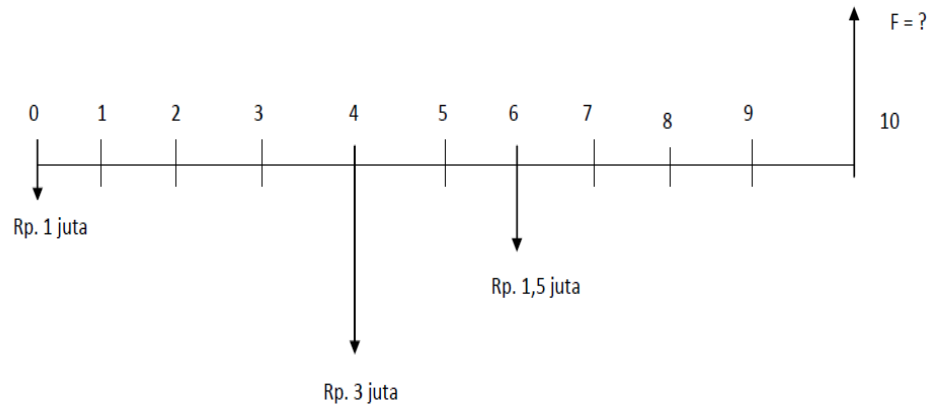
3.2 Perhitungan untuk Periode Pembayaran yang lebih Besar dari Periode Pemajemukan

Apabila periode pembayaran tidak sama dengan periode pemajemukan maka perlu dilakukan manipulasi tingkat bunga dan atau periode pembayaran sehingga akan bisa dihitung besarnya uang terakumulasi atau harus dibayarkan pada suatu saat tertentu. Manipulasi ini perlu dilakukan karena apabila kedua periode tidak sama maka tabel bunga yang tersedia tidak bisa digunakan. Apabila periode pembayaran (misalnya tahun) lebih besar atau sama dengan periode pemajemukan (misalnya bulanan) maka kita akan membutuhkan faktor pembayaran tunggal (P/F, F/P) atau faktor deret seragam.

Ada 2 cara yang bisa ditempuh bila perhitungan melibatkan faktor pembayaran tunggal, yaitu (1) menggunakan tingkat bunga efektif untuk mencari nilai faktor tadi atau (2) membagi bunga nominal (r) dengan jumlah periode pemajemukan dalam setahun (m) dan mengalikan jumlah tahun (N) dengan m . Dengan demikian maka hubungan P dan F menjadi :

$$P = F(P/F, i\%, N) \quad (3.7)$$

$$P = F(P/F, \frac{r}{m}\%, Nm) \quad (3.8)$$



Gambar 3.1. Diagram aliran kas untuk contoh 3.2

Contoh 3.2

Apabila seorang gadis menabung sebanyak Rp. 1 juta sekaarang, Rp. 3 juta empat tahun dari sekarang dan Rp. 1,5 juta 6 tahun dari sekarang dengan tingkat bunga (nominal) 12% per tahun dan dimajemukan tiap 6 bulan, berapa uang yang ia miliki 10 tahun dari searang?

Solsi:

Diagram aliran kas untuk persoalan ini di tunjukkan pada gambar 3.1. dengan cara pertama, kita harusmenghitung tingkat bunga efektif terlebih dahulu dan menggunakan tingkat bunga tersebut untuk mencari F di tahun ke 10.

$$\begin{aligned}
 i_{eff} &= \left(1 + \frac{0,12}{2}\right)^2 - 1 \\
 &= 0,1236 \\
 &= 12,36\%
 \end{aligned}$$

Kemudian :

$$\begin{aligned} F &= \text{Rp. 1juta } (F/P, 12,36\%, 10) + \text{Rp. 3 juta } (F/P, 12,36\%, 6) + \text{Rp. 1,5 juta} \\ &\quad (F/P, 12,36\%, 4) \\ &= \text{Rp. 11,6345 juta} \end{aligned}$$

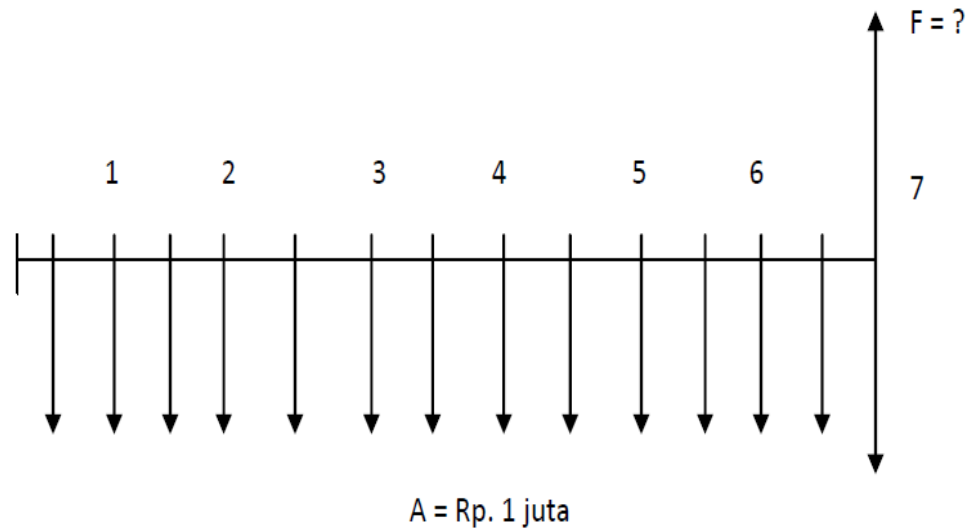
Nilai faktor-faktor F/P tadi diperoleh dengan interpolasi.

Bila dipakai cara yang kedua (dengan $m = 2$) maka

$$\begin{aligned} F &= \text{Rp. 1 juta } \{F/P, \frac{12}{2} \%, 2(10)\} + \text{Rp. 3 juta } \{F/P, \frac{12}{2} \%, 2(6)\} + \text{Rp. 1,5 juta} \\ &\quad \{F/P, \frac{12}{2} \%, 2(4)\} \\ &= \text{Rp. 1 juta } (F/P, 6\%, 20) + \text{Rp. 3 juta } (F/P, 6\%, 12) + \text{Rp. 1,5 juta} \\ &\quad (F/P, 6\%, 8) \\ &= \text{Rp. 11,6435 juta} \end{aligned}$$

Apabila periode pembayaran dan pemajemukan tidak sama dan perhitungan aliran kas melibatkan pemakaian faktor deret seragam maka cara yang dilakukan adalah mengekspresikan tingkat bunga efektif dalam periode pembayaran. Jadi, bila pembayaran dilakukan tiap 6 bulan sekali maka bunga efektif juga dicari untuk periode 6 bulan. Apabila tingkat bunga nominal diketahui dan periode pemajemukan sama dengan periode pembayaran (misalnya sama-sama tiap 6 bulan) maka untuk mengubah ke nilai pembayaran tunggal harus dilakukan pembagian r dengan m dan N diset sama dengan jumlah total pembayaran. Misalnya faktor P/A akan menjadi :

$$(P/A, \frac{r}{m} \%, Nm)$$



Gambar 3.2 diagram aliran kas contoh 3.3

Contoh 3.3

seorang pemuda menabung setiap 6 bulan sebesar Rp. 1 juta selama 7 tahun. Berapakah nilai tabungannya pada saat dia terakhir menabung bila bunga yang diberikan adalah 8% per tahun dan di majemukan setiap 3 bulan?

Karena pemajemukan dilakukan setiap 3 bulan maka tingkat bunga efektif per periode pembayaran (per 6 bulan) harus dihitung terlebih dahulu

$$i_{eff} = \left(1 + \frac{0,04}{2}\right)^2 - 1$$

$$= 4,04\%$$

Dimana 0,04 adalah tingkat bunga nominal tiap 6 bulan. Dari sini bisa di hitung:

$$F = A (F/A, 4,04\%, 14)$$

$$= \text{Rp. 1 juta (18,344)}$$

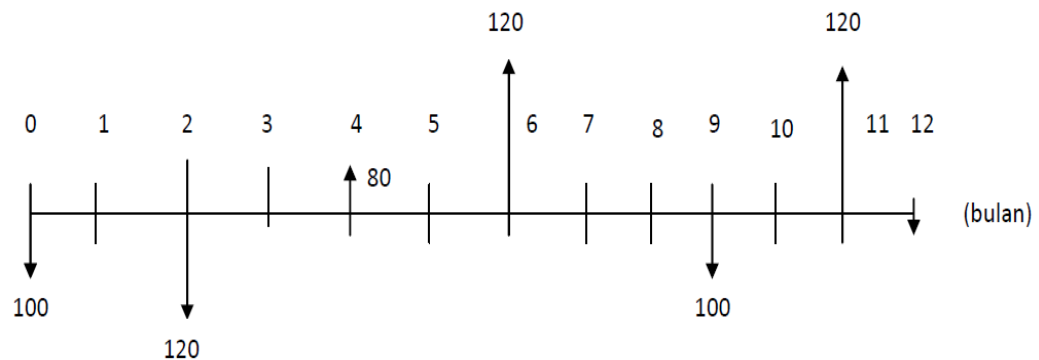
$$= \text{R. 18,344 juta}$$

3.3 Perhitungan untuk Periode Pembayaran yang Lebih Pendek dari Periode Pemajemukan

Apabila periode pembayaran lebih singkat dari periode pemajemukan maka ada beberapa cara yang bisa digunakan untuk menghitung nilai pembayaran tunggal, tergantung pada syarat atau kondisi yang diberlakukan pada periode inter pemajemukan. Periode inter pemajemukan adalah periode antar pemajemukan satu dengan pemajemukan yang lain. Ada 2 kebijakan yang bisa diberlakukan pada periode inter pemajemukan ini yaitu:

1. Tidak ada bunga untuk penyimpanan (atau pengambilan) uang pada periode ini, atau
2. Bunga yang diberikan adalah bunga sederhana, artinya bunga tidak dibayarkan pada bunga yang diperoleh pada periode inter pemajemukan sebelumnya

Jika kebijakan pertama yang dipakai maka uang yang disimpan pada periode inter pemajemukan akan dianggap terjadi pada awal periode pemajemukan berikutnya dan uang yang diambil pada periode tersebut akan dianggap terjadi pada akhir dari periode pemajemukan sebelumnya.



Gambar 3.3. diagram aliran kas selama 12 bulan untuk contoh 3.4

Contoh 3.4

Perhatikan aliran diagram kas pada gambar 3.3. carilah nilai awal (P) dari total aliran kas tersebut bila pemajemukan dilakukan tiap 4 bulan dengan bunga 5% tiap empat bulan. Berikan tanda negative pada aliran kas yang negative.

Solusi :

Dengan memperhatikan ketentuan di atas maka diagram tersebut dapat diubah seperti gambar 3.4

Bentuk yang paling sederhana dari persoalan ini tampak pada gambar 3.4. (b). dari sini nilai awal (netto) dari keseluruhan aliran kas dengan mudah dapat dihitung yaitu:

$$\begin{aligned}
 P &= 80 (P/F, 5\%, 1) + 120 (P/F, 5\%, 2) - \{100 + 100 (P/F, 5\%, 3)\} \\
 &= 80 (0,9524) + 120 (0,9070) - \{100 + 100 (0,8638)\} \\
 &= -1,384
 \end{aligned}$$

Apabia yang dipakai adalah kebijakan yang kedua maka untuk mendapatkan bunga, setiap uang yang disimpan pada periode inter pemajemukan harus dikalikan dengan suatu faktor:

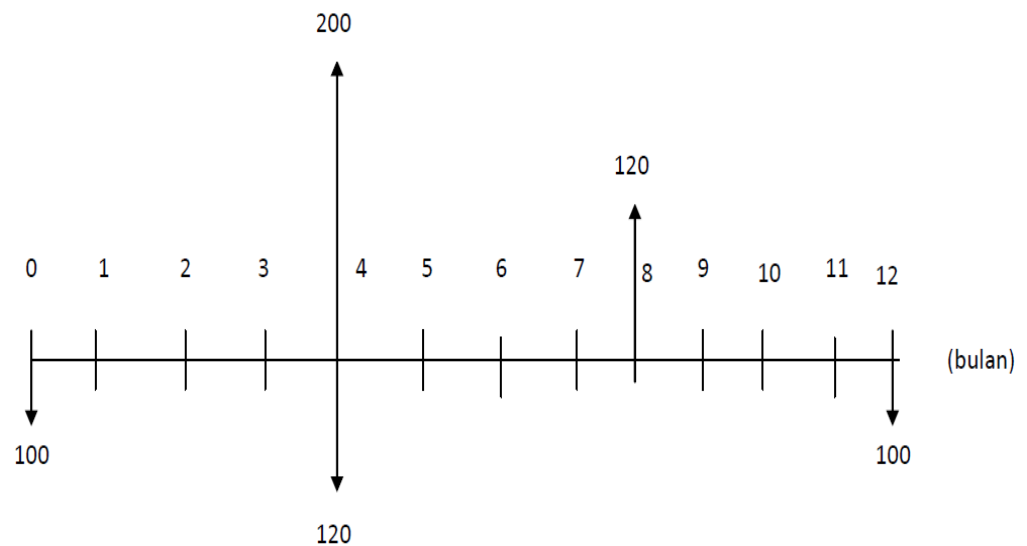
$$\left(\frac{X}{Y}\right) i \quad (3.9)$$

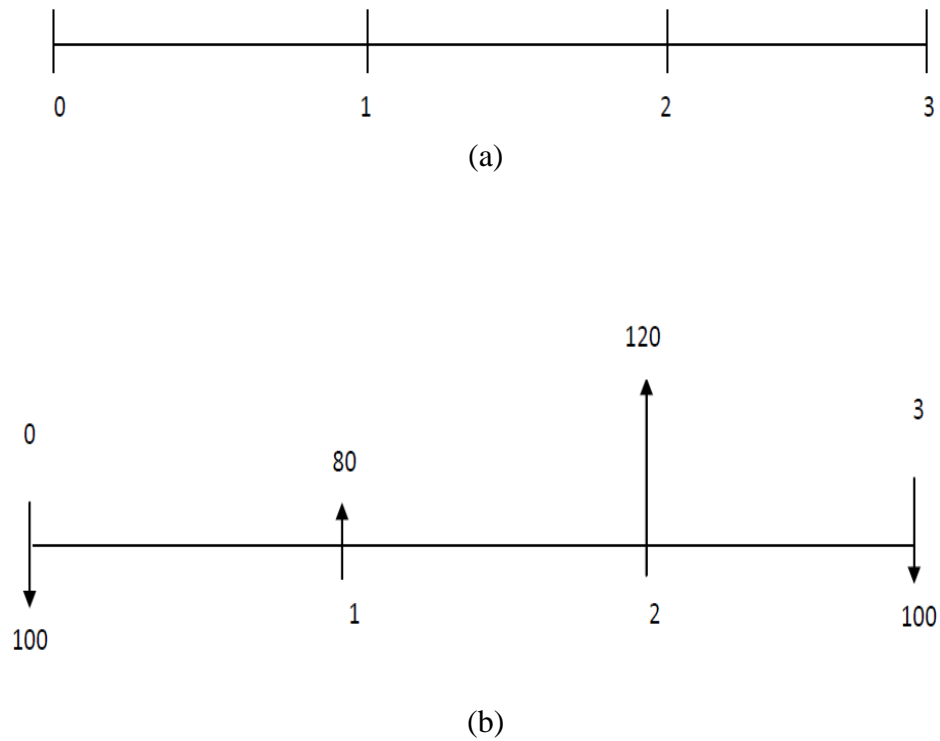
Dimana:

X = jumlah periode didepan akhir periode pemajemukan

Y = jumlah periode yang ada pada satu periode pemajemukan

i = tingkat bunga per satu periode pemajemukan

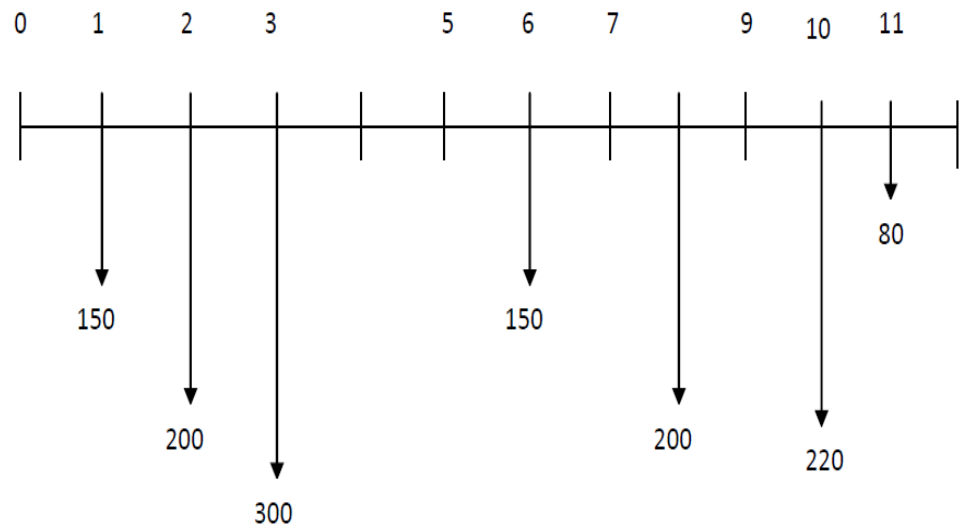




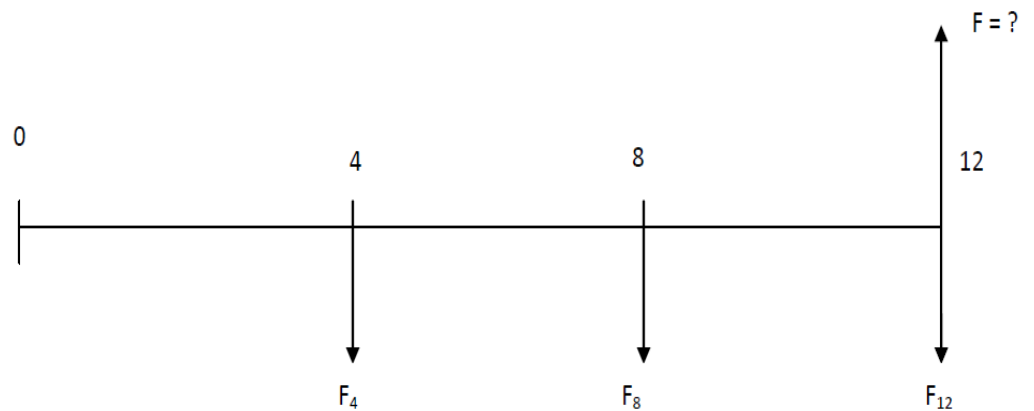
Gambar 3.4. bentuk yang lebih sederhana dari diagram gambar 3.3 (a) dengan menganggap empat bulanan sebagai periode pemajemukan dan periode pembayaran (b).

Contoh 3.5

Perhatikan diagram pada gambar 3.5. bila tingkat bunga adalah 12% per tahun, pemajemukan dilakukan setiap 4 bulan dan uang yang disimpan pada inter periode pemajemukan akan diberikan bunga sederhana maka hitunglah jumlah uang yang terkumpul dari aliran kas tersebut pada bulan ke-12?



Gambar 3.5. Diagram alir kas untuk contoh 3.5



Gambar 3.6 Diagram penyederhanaan dari gambar 3.5

Solusi:

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengubah semua pembayaran tersebut agar terkumpul pada bulan-bulan periode pemajemukan yaitu bulan ke 4, 8, dan 12 shingga akan terbentuk seperti gambar 3.6.

Tingkat bunga efektif tiap empat bulan adalah $12\%/3 = 4\%$. Dengan memberikan bunga sederhana pada semua uang yang dibayarkan pada periode inter pemajemukan maka nilai F_4 , F_8 , Dan F_{12} dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_4 &= \left[150 + 150 \left(\frac{3}{4} \right) \times 0,04 \right] + \left[200 + 200 \left(\frac{2}{4} \right) \times 0,04 \right] + \left[250 + 250 \left(\frac{1}{4} \right) \times 0,04 \right] \\ &= 154,5 + 204 + 252,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_8 &= \left[150 + 150 \left(\frac{2}{4} \right) \times 0,04 \right] + 200 \\ &= 353 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{12} &= \left[220 + 220 \left(\frac{2}{4} \right) \times 0,04 \right] + \left[80 + 80 \left(\frac{1}{4} \right) \times 0,04 \right] \\ &= 224,4 + 80,8 \\ &= 305,2 \end{aligned}$$

Dengan mengetahui nilai-nilai F_4 , F_8 , Dan F_{12} , maka nilai F dapat dihitung.

$$\begin{aligned} F &= F_4 (F/P, 4\%, 2) + F_8 (F/P, 4\%, 1) + F_{12} \\ &= 611 (1,082) + 353(1,040) + 305,2 \\ &= 1333,422 \end{aligned}$$

Dari contoh ini kita bisa lihat bahwa pembyaran-pembayaran yang dilakukan pada periode inter pemajemukan hanya mendapat bunga sederhana sampai periode pemajemukan tiba. Pembayaran sebesar 150 yang terjadi pada bulan 1 misalnya hanya mendapatkan bunga sederhana

sebesar $150 \times (3/4) \times 0,04 = 4,5$ sampai bulan 4. Demikian pula untuk pembayaran yang lain

3.4 Pemajemukan Kontinyu

Dari pembahasan sebelumnya telah kita ketahui bahwa tingkat bunga efektif akan meningkat bila frekuensi pemajemukan pertahun bertambah. Karena transaksi moneter pada kenyataanya mungkin berlangsung setiap jam atau setiap saat dalam kebanyakan dunia bisnis maka pemajemukan sebenarnya berlangsung dalam jumlah yang banyak sekali dalam setahun. Apabila kita ingin menghitung secara eksplisit efek pemajemukan yang seperti ini maka kita harus menggunakan hubungan pemajemukan kontinyu. Pemajemukan kontinyu berarti dalam setahun banyaknya periode pembungaan (periode pemajemukan) adalah tak terhingga. Secara matematis tingkat bunga efektif dari pemajemukan kontinyu adalah:

$$i_{eff} = \lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \quad (3.10)$$

atau,

$$i_{eff} = \lim_{m \rightarrow \infty} \left[\left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m/r} \right] - 1 \quad (3.11)$$

Dimana secara definitive dapat ditulis:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m/r} \approx e \quad (3.12)$$

Dengan e adalah bilangan natural yang nilainya $= 2,71828$. Dengan demikian maka persamaan (3.11) dapat di distribusikan sehingga menjadi:

$$i_{eff} = e^r - 1 \quad (3.13)$$

Jadi , bila bunga uang dimajemukan secara kontinyu maka tingkat bunga efektifnya adalah $e^r - 1$ dimana r adalah tingkat bunga nominal. Misalkan tingkat bunga 18% per tahun dimajemukan secara kontinyu maka tingkat bunga efektifnya adalah 19,7217%. Tingkat bunga efektif untuk frekuensi pemajemukan yang lebih dari 52 akan menunjukan selisih yang sangat kecil dengan yang dimajemukkan secara kontinyu.

3.5 Rumus-Rumus Bunga Pemajemukan Kontinyu

3.5.1 Pemajemukan Kontinyu untuk Aliran Kas Disket

Apabila bunga dimajemukan secara kontinyu dan aliran kas terjadi secara disket (pada awal atau akhir tiap periode) maka tingkat bunga pemajemukan kontinyu dikonversi menjadi tingkat bunga efektif (tahunan) dengan persamaan (3.13) yaitu

$i_{eff} = e^r - 1$. Dari sini faktor-faktor bunga yang menghubungkan F, P dan A akan bisa diturunkan.

Dengan mensubstitusikan persamaan (3.13) ke persamaan (2.4) yaitu

$$F = P(1 + i)^n ,$$

Maka diperoleh persamaan

$$F = P(1 + i_{eff})$$

Atau

$$F = P[1 + (e^r - 1)]^N \tag{3.14}$$

Atau

$$F = P(e^{rN}) \tag{3.15}$$

Jadi, persamaan (3.15) ini akan bisa digunakan untuk mengubah nilai P ke F bila besarnya P, r dan N diketahui dan dibungakan secara kontinyu. Dengan demikian maka persamaan ini juga bisa ditulis:

$$F = P (F/P, r\%, N) \quad (3.16)$$

Dari hubungan di atas kita juga bisa mendapatkan nilai P bila F, r dan N diketahui dan dibungakan secara kontinyu. Persamaannya diperoleh dengan membalikkan hubungan P dan F di atas, atau:

$$P = F \left[\frac{1}{e^{rN}} \right] \quad (3.17)$$

Atau bisa juga ditulis dalam bentuk :

$$P = F (P/F, r\%, N) \quad (3.18)$$

Sehingga juga berlaku hubungan:

$$(P/F, r\%, N) = \frac{1}{e^{rN}} \quad (3.19)$$

Dengan r adalah tingkat bunga nominal.

Untuk mendapatkan hubungan dengan pembayaran uniform (A) maka persamaan (3.13) di atas didistribusikan ke persamaan (2.14) sehingga diperoleh:

$$F = A \left[\frac{(1 + i_{eff})^N - 1}{i_{eff}} \right] \quad (3.20)$$

Atau

$$F = A \left(\frac{e^{rN} - 1}{e^r - 1} \right) \quad (3.21)$$

$$(F/A, r\%, N) = \frac{e^{rN} - 1}{e^r - 1} \quad (3.22)$$

Sehingga didapatkan hubungan:

$$F = A (F/A, r\%, N) \quad (3.23)$$

Faktor ini disebut dengan pemajemukan kontinyu deret seragam diskret, yaitu faktor yang digunakan untuk mendapatkan nilai F bila nilai A, r%, dan N diketahui dan dimajemukkan secara kontinyu. Sebaliknya untuk mendapatkan A dari F, r%, dan N dapat diturunkan dari persamaan (2.18) yaitu:

$$A = F \left[\frac{i_{eff}}{(1 + i_{eff})^N - 1} \right] \quad (3.24)$$

$$A = F \left[\frac{e^r - 1}{e^{rN} - 1} \right] \quad (3.25)$$

Dimana :

$$A/F = \frac{e^r - 1}{e^{rN} - 1} \quad (3.26)$$

Sehingga

$$(A/F, r\%, N) = \frac{e^r - 1}{e^{rN} - 1} \quad (3.27)$$

Atau

$$A = F(A/F, r\%, N) \quad (3.28)$$

Faktor (A/F, r%, N) ini disebut dengan faktor singking-fund pemajemukan kontinyu deret seragam diskret.

Denga cara yang sejenis maka hubungan antara P dan A dapat diturunkan dari persamaan (2.22) sebagai berikut :

$$P = A \left[\frac{(1 + i_{eff})^N - 1}{i_{eff}(1 + i_{eff})^N} \right] \quad (3.29)$$

$$P = A \left[\frac{e^{rN} - 1}{e^{rN} (e^r - 1)} \right] \quad (3.30)$$

Atau

$$P/A = \frac{e^{rN} - 1}{e^{rN} (e^r - 1)} \quad (3.31)$$

Atau

$$(P/A, r\%, N) = \frac{e^{rN} - 1}{e^{rN} (e^r - 1)} \quad (3.32)$$

Atau

$$P = A(P/A, r\%N) \quad (3.33)$$

Faktor $(P/A, r\%N)$ disebut dengan faktor nilai sekarang pemajemukan kontinyu deret seragam diskret. sedangkan sebaliknya, untuk mendapatkan nilai A dari P, r% dan N diketahui kita terus menggunakan faktor $(A/P, r\%N)$ yang di namakan faktor pengambilan modal pemajemukan kontinyu deret seragam diskret. penurunan faktor ini di mulai dari (2.26) sebagai berikut.

$$A = P \left[\frac{i_{eff} (1 + i_{eff})^N}{(1 + i_{eff})^N - 1} \right] \quad (3.34)$$

Atau

$$A = P \left[\frac{e^{rN} (e^r - 1)}{e^{rN} - 1} \right] \quad (3.35)$$

Dimana

$$A/P = \frac{e^{rN} (e^r - 1)}{e^{rN} - 1} \quad (3.36)$$

Atau

$$(A/P, r\%, N) = \frac{e^{rN} (e^r - 1)}{e^{rN} - 1} \quad (3.37)$$

Sehigga akan berlaku hubungan :

$$A = P (A/P, r\%, N) \quad (3.38)$$

Ringkas dari rumus – rumus di atas di perlihatkan pada table 3.2. perlu di ketahui bahwa perhitungan nilai – nilai pada table kontinyu (pada lampiran) di lakukan melalui rumus – rumus tersebut. Jadi, persamaan – persamaan yang melibatkan faktor $(P/F, r\%, N)$, $(P/A, r\%, N)$ dan sebagainya harus menggunakan rumus – rumus faktor kontinyu atau menggunakan rumua – rumus faktor kontinyu atau menggunakan table kontinyu dalam setiap perhitungan.an di bungakan secara kontinyu,hitunglah :

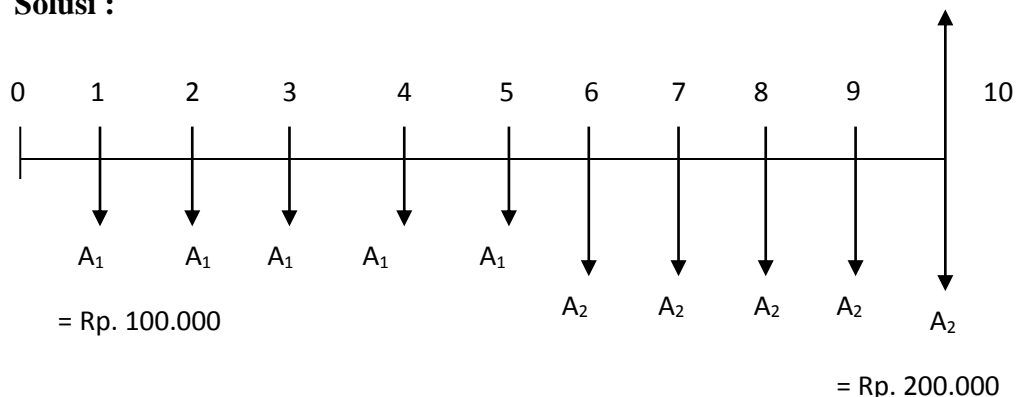
Contoh 3.6

Seorang pelajar menabung setiap akhir yahun dengan jumlah Rp.60.000 pertahun selama 10 tahun.bila tingkat bunga 10%

- Tingkat bunga efektif
- Nila sekarang (p) dari semua tabunganTable 3.2 ringkasan hubungan faktor – faktor kontinyu

Untuk Mendapatkan	Diketahui	Simbol	Rumus
P	F	$(P/F, r\%, N)$	e^{-rN}
F	P	$(F/P, r\%, N)$	e^{rN}
P	A	$(P/A, r\%, N)$	$\frac{e^{rN} - 1}{e^{rN} (e^r - 1)}$
A	P	$(A/P, r\%, N)$	$\frac{e^{rN} (e^r - 1)}{e^{rN} - 1}$
F	A	$(F/A, r\%, N)$	$\frac{e^{rN} - 1}{e^r - 1}$
A	F	$(A/F, r\%, N)$	$\frac{e^r - 1}{e^{rN} - 1}$

Solusi :



a. Tingkat bunga efektif dari persoalan ini adalah :

$$\begin{aligned}i_{\text{eff}} &= e^r - 1 \\&= e^{0.10} - 1 \\&= 0,1052 \text{ atau } 10,52\%\end{aligned}$$

b. Untuk mendapatkan nilai p maka faktor $(P/A, 10,52\%, 10)$ harus di hitung terlebih dahulu

$$\begin{aligned}(P/A, 10,52\%, 10) &= \frac{(1+0,1052)^{10}-1}{0,1052(1+0,1052)^{10}} \\&= 6,0104\end{aligned}$$

Atau di cari dengan interpolasi dengan melihat table bunga diskret pada lampiran.

Dari sini dapat di hitung :

$$\begin{aligned}P &= A (P/A, 10,52\%, 10) \\&= \text{Rp.}60.000 (6,0104) \\&= \text{Rp.} 360.624\end{aligned}$$

Di samping dengan cara di atas, nilai P juga bias diperoleh dengan menghitung langsung faktor $(P/A, 5\%, 10)$ pada rumus

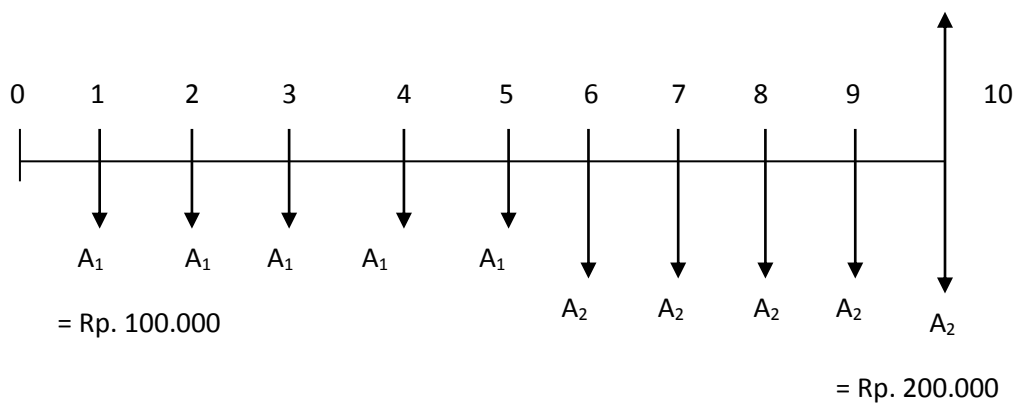
$$\begin{aligned}P &= \text{Rp.}60.000 (P/A, r\%, 10) \\&= \text{Rp.}60.000 \frac{e^{rN}-1}{e^{rN} (e^r-1)} \\&= \text{Rp.}60.000 \frac{e^{0,10 \times 10}-1}{e^{0,10 \times 10} (e^{0,10}-1)} \\&= \text{Rp.}60.000 (6,0104) \\&= \text{Rp.} 360.624\end{aligned}$$

Cara yang paling mudah adalah dengan langsung melihat table bunga dengan $r = 10\%$ dan $N = 10$ di mana di peroleh langsung $(P/A, 10\%, 10) = 6,0104$ sehingga :

$$P = \text{Rp.}60.000 (P/A, 10\%, 10)$$

$$= \text{Rp.}60.000 (6,0104)$$

$$= \text{Rp.} 360.624$$



Gambar 3.7. diagram aliran kas contoh 3.7

Contoh

Sebuah kelompok arisan berbunga mengharuskan anggotanya membayar sejumlah Rp.100.000 tiap tahun selama 5 tahun pertama dan Rp. 200.000 dalam 5 tahun berikutnya, bila seorang anggota baru memperoleh giliran pengambilan pada saat dia kesepuluh kalinya membayar yang, berapakah seharusnya dia dapatkan bagian bila di hitung dengan dasar bunga kontinyu sebesar 10% per tahun ? pembayaran setiap akhir tahun

Solusi

Persoalan ini dapat di gambarkan dalam diagram aliran kas seperti gambar 3.7:

$$\begin{aligned} F &= A_1 (F/A, r\%, 10) + (A_2 - A_1) (F/A, r\%, 5) \\ &= \text{Rp.}100.000 (F/A, 10\%, 10) + \text{Rp.}100.000 (F/A, 10\%, 5) \\ &= \text{Rp.}100.000 (16,3380) + \text{Rp.}100.000 (6,1683) \\ &= \text{Rp.}2.250.630 \end{aligned}$$

3.6 SOAL

1. berapa tingkat bunga efektif bila tingkat bunga nominal pertahun adalah 11% dan dimajemukan setiap 3 bulan ?
2. anda ditawari sepeda motor dengan 2 cara pembayaran yang bernilai ekuivalen.pertama adalah membayar kontan dengan jumlah Rp.3,75 dan cara ke dua adalah dengan membayar uang muka Rp.1 juta dan mengansur selama 18 bulan sebesar Rp. 200 ribu per bulan .berapakah efektif per tahun bila bunga uang dimajemukkan setiap bulan ?
3. madona akan menabung sekali sejumlah P pada t = (t adalah periode 3 bulanan) dengan bunga 12% setahun dan di majemukkan setiap 3 bulan sehingga ia akan bias menarik masing – masing Rp. 1 juta pada t = 1,2 dan 3 dan Rp. 7 juta pada t = 12.berapakah nilai P ?
4. dokter ratih mendepositokan uang sejumlah Rp. 5 juta pada sebuah bank. Bunga yang di bayarkan adala 12% per tahun dan di majemukkan setiap 6 bulan. Empat tahun sekali mendepositikan uangnya, ia menarik separo dari nilai tabungannya saat itu dan dua tahun kemudian ia menarik seluruh tabungannya. Berapakah yang ia ambil pada pengambilan pertama maupun pengambilan kedua ?

5. dewa meminjam uang sejumlah Rp. 10 juta dengan bunga 13% yang di majemukkan setiap tiga bulan. Ia akan membayar pinjaman setiap 6 bulan sampai 10 kali dengan jumlah pembayaran tetap (seragam) berapakah besarnya pembayaran seragam yang harus di lakukan dewa apa bila ia membayar pertama kali setahun setelah mendapatkan pinjaman ?
6. seorang kreditur sedang mempertimbangkan 2 alternatif institusi keuangan sebagai calon debiturnya. Yang pertama adalah bank pemerintah yang menawarkan bunga 1 % per bulan dan e dua adalah perusahaan jasa keuangan yang menawarkan tingkat bunga nominal 13 % setahun yang dimajemukkan setiap 6 bulan. Mana yang seharusnya di pilih sebagai debitur ?
7. bila tingkat Bunga nominal tahunan adalah 12 % , berapa lama tabungan yang jumlahnya Rp. 1 juta yang dimajemukkan tiap 4 bulan akan berubah menjadi Rp. 2 juta ?
8. bila harga sebuah mobil bekas adalah Rp. 25 juta dan harus di bayar secara kredit dengan cicilan Rp. 800 ribu per bulan selama 36 bulan, berapakah tingkat bunga efektif dan nominal tahunan dari cara pembayaran ini ?
9. sebuah perusahaan alat bantu perkakas mengharapkan bisa menggantikan sebuah mesin bubut yang dimilikinya dengan biaya Rp. 36 juta lima tahun lagi. Berapakah perusahaan harus menysikan uang tiap bulan sehingga ia bisa mengumpulkan Rp. 36 juta dalam 5 tahun bila tingkat bunga adalah 10 % per tahun yang dimajemukkan setiap 6 bulan ? asumsikan akan di bayar bunga sederhana untuk pembayaran inter periode.
10. Bila ani menbung tiap bulan sebanyak Rp. 100 ribu dan menariknya setiap 6 bulan sebanyak 200 ribu berapakah uang pada tabungan ani setelah 3 tahun ? bunga adalah 13% per tahun dan dimajemukkan setiap 6 bulan. Asumsikan tidak akan di bayar bunga untuk pembayaran pada periode inter pemajemukan.

- 11.** Seorang pegawai negeri menabung Rp. 1 juta sekarang dan Rp. 1,5 juta 3 tahun lagi. Berapakah nilai tabungannya setelah 6 tahun bila tingkat bunga adalah 10% dan dimajemukkan setiap
- Tahun
 - Enam bulan
 - Bulan
- 12.** Sebuah investasi seharga Rp. 60 juta di byarkan bunga 8% yang dimjemukkan secara kontinyu dan menghasilkan Rp.13 juta setiap tahun. Berapa tahun waktu yang di butuhkan agar penghasilan pertahun tersebut bisa mengembalikan seluruh modal investasi ?
- 13.** Perusahaan sirup ABC merencanakan mengganti sepasang peralatan 10 tahun lagi yang berharga Rp. 100 juta. Berapakah uang harus di kumpulkan tiap 6 bulan agar perusahaan tersebut bisa mengunpulkan Rp.100 juta pada akhir tahun ke 10 bila bunga adalah 12% dimajemukkan secara kontinyu.

BAB 4

PEMILIHAN ALTERNATIF – ALTERNATIF EKONOMI

POKOK PEMBAHASAN

- 4.1 mendefinisikan alternatif investasi
- 4.2 menentukan horizontal perencanaan
- 4.3 mengestimasi aliran kas
- 4.4 menetapkan MARR
- 4.5 membandingkan alternatif – alternatif investasi
- 4.6 metode nilai sekarang (P)
- 4.7 metode nilai sekarang untuk proyek abadi
- 4.8 metode deret seragam
- 4.9 perhitungan pembalikan modal (capital recovery)
- 4.10 metode nilai mendatang
- 4.11 analisis periode pengambilan (payback period)
- 4.12 melakukan analisis pelengkap
- 4.13 memilih alternatif yang terbaik
- 4.14 soal

Berbagai kriteria kualitatif maupun kuantitatif harus diperhitungkan bila kita di hadapkan pada pemilihan alternatif –alternatif terutama yang terkait dengan investasi. Salah satu kriteria yang selalu disertakan dalam setiap pemilihan alternative investasi adalah pertimbangan – pertimbangan moneter dari investasi yang akan di evaluasi. Pada bab ini akan di bahas berbagai teknik pemilihan investasi dengan kriteria moneter yang merupakan salah satu aspek yang paling menonjol dari analisis kuantitatif.

Sebagaimana telah di jelaskan pada bab 1, prosedur pengambilan keputusan pada permasalahan – permasalahan ekonomi teknik mengikuti 7 langkah sistematis yaitu :

1. Mendefinisikan sejumlah alternatif yang akan di analisis
2. Mendefinisikan horizon perencanaan yang akan di gunakan dasar dalam membandingkan alternative
3. Mengestimasi aliran kas masing – masing alternatif
4. Menentukan MARR yang akan di gunakan
5. Membandingkan alternatif – alternatif dengan ukuran atau teknik yang di pilih
6. Melakukan analisis suplemeter
7. Memilih alternatif yang terbaik dari hasil analisis tersebut.

Langkah – langkah tersebut akan di ikuti dalam bab ini untuk memberikan gambaran secara utuh proses pengambilan keputusan dalam pemilihan alternatif investasi.

4.1 MENDEFINISIKAN ALTERNATIF INVESTASI

Fase yang paling awal dalam proses pengambilan keputusan investasi adalah mendefinisikan alternatif – alternatif investasi yang layak di pertimbangkan dalam analisis. Fase ini sangat menentukan apakah proses pengambilan keputusan akan bisa di giring ke arah yang optimal atau tidak .

Menentukan alternative investasi adalah fase yang sangat teknis. Pekerjaan ini hanya bisa di lakukan dengan baik oleh mereka yang mengetahui permasalahan – permasalahan teknis pada bidang investasi yang di rencanakan.dalam perencanaan pengadaan mesin – mesin pengolah limbah misalnya, penentuan alternatif hanya bisa

di lakukan dengan baik oleh orang yang memahami seluk – beluk limbah, pencemaran lingkungan, teknis dari aspek mekanis sebuah mesin, dan sebagainya. Tentu saja seringkali ada kesulitan untuk mendapatkan orang yng mengertai semua permasalahan tersebut sekaligus. Oleh karenanya fase ini seringkali harus di kerjakan oleh tim yang multi disiplin sehingga keputusan layak tidaknya sebuah alternatif akan bisa di buat dengan pertimbangan dari berbagai segi.

Ada 3 alternatif yang akan di bahas di sini berkaitan dengan proses penentuan alternatif, yaitu alternatif – alternatif yang independen, alternatif – alternatif ‘ *mutually exclusive* ’ dan alternatif – alternatif yang bersifat tergantung (*contingen*)

1. Sejumlah alternative dikatakan indpenden apa bila pemilihan atau penolakan satu alternatif tidak akan mempengaruhi apakah alternatif lain diterima atau di tolak. Bila ada 2 alternstif dalam suat invenstasi, katakana lah alternative A dan B, maka A dan B dikatakan alternatif – alternatif yang independen bila pemilihan atau penolakan alternatif A tidak mengakibatkan apakah alternatif B akan di tolak atau di pilih. Jadi, pengambilan keputusan bisa memilih keduanya bila A dan B saja atau tidak memilih kedua – duanya apabila memeng kedunya tidak memenuhi kriteria yang ditetapkan.
2. Sejumlah alternatif dikatakan bersifat ‘ *mutually exclusive* ’ apabila pemilihan suatu alternatif mengakibatkan penolakan alternatif – alternatif yang lain atau sebaliknya. Jadi pada alternatif – alternatif yang seperti ini hanya akan di pilih satu alternatif (tentunya yang di anggap terbaik menurut kriteria yang ditentukan). Dalam kebanyakan persoalan ekonomi teknik, jenis alternatif adalah ‘ *mutually exclusive* ’. Hal ini biasanya di sebabkan karena keterbatasan sumberdaya yang ada sehingga orang harus berupaya memilih yang terbaik atau tidak mungkin melaksanakan semua alternatif walaupun semanya memenuhi syarat. Misalkan ada 2 alternatif A dan B seperti di atas maka keputusan yang mungkin adalah memilih A saja, B saja atau tidak memilih keduanya. Jadi tidak mungkin memilih A dan B sekaligus walaupun sama – sama memenuhi syarat.

3. Suatu alternatif dikatakan tergantung (contingent atau conditional) apabila pemilihan suatu alternatif tergantung pada satu atau lebih alternatif lainnya yang menjadi prasyarat. Sebagai contoh, proyek pengadaan sarana transportasi adalah prasyarat dari pembukaan suatu daerah tujuan wisata yang letaknya terpencil.

Salah satu yang perlu mendapat perhatian dalam melahirkan alternatif – alternatif investasi adalah alternatif ‘tidak mengerjakan sesuatu’ atau ‘DO NOTHING’. Alternatif ini, dalam kebanyakan studi ekonomi teknik dianggap memiliki ongkos incremental nol. Artinya, tidak ada biaya yang dikeluarkan bila memilih untuk tidak mengerjakan sesuatu. Namun dalam kenyataannya, alternatif do nothing bisa menimbulkan biaya kesempatan, walaupun tidak terlihat secara eksplisit. Sebagai contoh, alternatif do nothing mungkin akan berakibat kehilangan pangsa pasar karena perusahaan akan tetap menyajikan produk – produk yang ketinggalan jaman akibat dari memilih alternatif do nothing dan menolak alternatif melakukan inovasi produk dan proses. Pada era modernisasi manufaktur dan distribusi, salah satu alasan mengapa seorang analis atau insinyur gagal dalam mengevaluasi alternatif do nothing adalah karena keterbatasannya dalam melihat ongkos – ongkos yang terjadi di luar pabrik dan fasilitas distribusi. Pola pikir seorang analis atau insinyur seringkali di pagari oleh tembok – tembok perangkat keras pada pabrik atau perangkat distribusi.

4.2 MENENTUKAN HORIZON PERENCANAAN

Dalam membandingkan berbagai alternatif investasi kita membutuhkan suatu preode studi yang disebut horizon perencanaan. Horizon perencanaan adalah menggambarkan sejauh man kedepannya cash flow masih akan di pertimbangkan dalam analisis. Adalah penting untuk membedakan antara panjangnya horizon perencanaan dengan umur teknis (working life) suatu peralatan atau investasi dan umur depresiasi (depreciable life) nya. Umur teknis adalah periode waktu aktual dimana suatu alat masih bisa di gunakan secara ekonomis, sedangkan umur depresiasi adalah waktu di mana suatu asset atau alat boleh di depreciasi.

Horizon perencanaan mungkin tidak di pengaruhi oleh kedua jenis umur di atas. Horizon perencanaan hanyalah semata – semata bingkai waktu yang digunakan untuk membandingkan alternatif – alternatif dan semestinya secara realitis menunjukan periode waktu yang bisa memberikan estimasi aliran kas yang cukup

akurat. Dalam menentukan horizon perencanaan kita akan di hadapkan pada salah satu dari 3 situasi, yaitu mungkin alternatif - alternatif yang akan di bandingkan memiliki umur teknis yang sama, mungkin memiliki umur teknis yang berbeda – beda, atau mungkin juga memiliki umur yang abadi (perpetual).

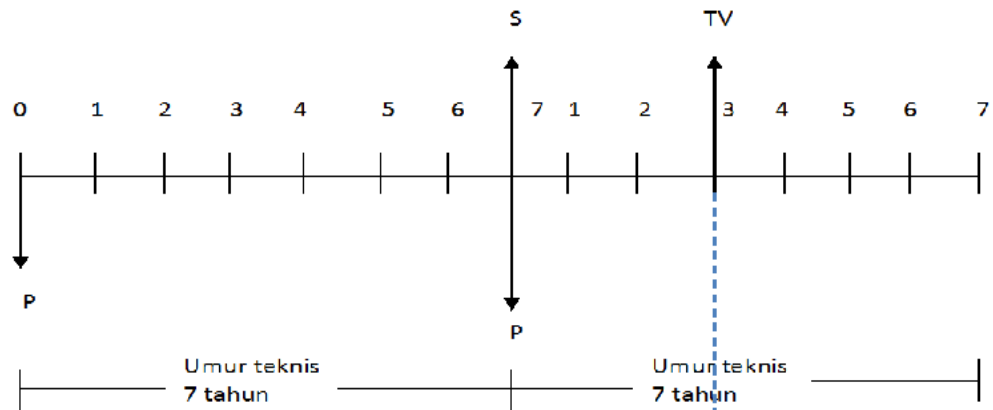
Idealnya, alternatif – alternatif selalu di bandingkan pada periode waktu yang identik. Oleh karnanya, bila alternatif – alternatif memiliki umur teknik yang sama maka bisa di pilih suatu periode studi yang umum di gunakan dan tidak harus sama dengan umur teknisnya. Periode studi atau horizon perencanaan yang umumnya akan tergantung pada jenis asset atau invenstasi yang akan di bandingkan. Aset yang termaksud produk – produk yang perkembangan teknologinya cepat (misalnya computer, alat – alat elektronik, dan sebagainya) tentu membutuhkan horizon perencanaan yang lebih pendek dari pada produk – produk teknologi menengah yang tidak terlalu peka terhadap perkembangan teknologi.

Apabila alternatif – alternatif memiliki umur teknis yang tidak sama maka ada beberapa cara yang bisa di lakukan untuk menetapkan horizon perencanaan, antara lain :

1. Menggunakan kelipatan persekutuan terkecil (KPK) dari semua umur alternatif yang di pertimbangkan. Dengan cara ini diasumsikan bahwa aliran khas untuk semua alternatif akan berulang di masa yang akan datang sampai mencapai KPK. Sebagai contoh, misalkan alternatif A,B dan C masing – masing memiliki umur 2,3 dan 4 tahun maka horizon perencanaanya adalah 12 tahun bila kita menggunakan KPK- nya. Jadi, alterntif A berulang 6 kali, alternatif B 4 kali dan alternatif C 3 kali dengan aliran khas yang identik. Metode KPK ini tidak cocok bila inflasi terjadi secara cepat atau teknologi berkembang secara pesat. Kedua situasi tersebut akan mengakibatkan perubahan – perubahan yang radikal pada aliran kas dari waktu ke waktu sehingga asumsi berulangnya aliran kas secara indentik tidak tepat pada kondisi seperti ini.disamping itu, metode KPK juga tidak cocok bila KPK dari alternatif – alternatif yang ada cukup besar. Misalnya bila alternatif A umurnya 11 tahun dan alternatif B 17 tahun maka KPK nya adalah 187 tahun. Horizon perencanaan yang sepanjang ini tentu sangat tidak menjamin bahwa estimasi maupun analisis yang di lakukan akan bisa di percaya.

2. Menggunakan ukuran deret seragam dari aliran kas setiap alternatif. Deret seragam menunjukkan jumlah pengeluaran dan penerimaan yang jumlahnya tetap (seragam) tiap periode (tahun). Dengan cara ini kita tidak perlu memilih horizon perencanaan yang sama untuk semua alternatif apabila alternatif – alternatif memiliki umur yang tidak sama. Bila metode ini yang digunakan maka nilai deret seragam pada masing – masing alternatif hanya perlu dihitung pada satu siklus saja karena nilai seragam ini berlangsung selama umur dari alternatif yang bersangkutan. Dengan demikian, bila alternatif ini di lanjutkan lebih dari satu siklus maka aliran kas tahunnya masih tetap seragam.
3. Menggunakan umur alternatif yang lebih pendek dengan menganggap sisa nilai dari alternatif yang lebih panjang pada akhir periode perencanaan sebagai nilai sisa misalnya A umurnya 5 tahun dan B 7 tahun maka horizon perencanaanya adalah 5 tahun dan sisa nilai B pada tahun kelima di anggap sebagai nilai sisa (nilai terminal).
4. Menggunakan umur alternatif yang lebih panjang. Pada contoh di atas, dipakai horizon perencanaan 7 tahun. Dengan demikian maka alternatif A dianggap berulang dan ongkos pengantian (pengulanganya) hendaknya juga di perhitungkan. Pada akhir periode perencanaan sisa nilai A (sebanyak 3 tahun masa pakai) akan di anggap sebagai nilai sisa.
5. Menetapkan suatu periode yang umum di pakai biasanya antara lima sampai 10 tahun. Misalkan ada alternatif A yang umurnya 7 tahun dan alternatif B umurnya 11 tahun dan diambil periode perencanaan 10 tahun maka alternatif A akan berulang sekali dan kedua alternatif di tentukan nilai terminalnya pada tahun 10. Hal ini di ilustrasikan pada gambar 4.1.

Alternatif A



Keterangan

P = investasi awal

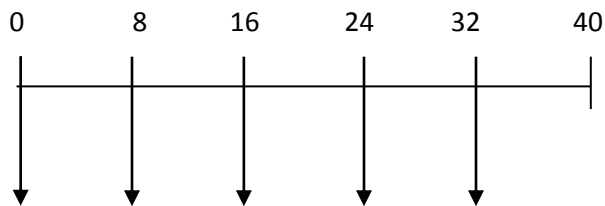
S = nilai sisa

TV = nilai terminal

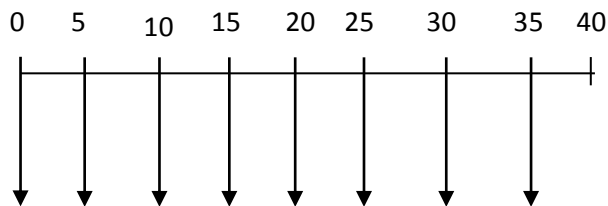
Alternatif B

Gambar 4.1 ilustrasi penentuan periode perencanaan





$$(a) \quad A = \left[\frac{52.000}{60} + \frac{32.000}{20} \right] = Rp. 2.467/m^2$$



$$(b) \quad A = \left[\frac{24.000}{60} + \frac{32.000}{20} \right] = Rp. 2.000/m^2$$

Gambar 4.2 diagram aliran kas ke dua alternatif selama 40 tahun, cat minyak (a) dan cat latek (b)

Contoh soal 4.1

Sebuah mesium harus di cat ulang karena usianya sudah cukup tua. Ada 2 macam cat yang sedang di pertimbangkan untuk di pilih salah satu. Pertama adalah cat minyak yang berharga Rp. 52.000/galon. Dan yang ke dua adalah cat latek yang harganya Rp. 24.000/ galon. Setiap gallon bisa mengecat 60 m^2 . Ongkos tenaga kerja adalah Rp. 32.000 / jam. Dalam 1 jam bisa di cat 20 m^2 . cat latek di perkirakan tahan 5 tahun dan cat minyak 8 tahun. Dengan i% mana kah cat yang di pilih ?

Di sini di asumsikan, setelah 5 atau 8 tahun maka pengecatan ulang dengan cat yang sama dan ongkosnya juga di asumsikan masih identik.

Solusi :

- a. Nilai KPK untuk kedua alternatif adalah $5 \times 8 = 40$ tahun. Kriteria yang digunakan adalah nilai awal (p) untuk memperjelas persoalan ini perhatikan diagram pada gambar 4.2.

Nilai sekarang (p) dari kedua alternatif di atas adalah :

Untuk cat minyak :

$$\begin{aligned} P &= A + A (P/A, 8\%, 8) + A(P/F, 8\%, 16) + \dots + A(P/F, 8\%, 32) \\ &= A (1 + 1,0751) \\ &= \text{Rp. } 2.467(2,0751) \\ &= \text{Rp. } 5120 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Dimana $1,0751 = (P/A, 85,1\%, 4)$

Bunga efektif = 85,1% di dapat dari

$$\begin{aligned} I_{\text{eff}} &= (1 + 0,08)^8 - 1 \\ &= 0,0851 \\ &= 85,1\% \end{aligned}$$

Untuk cat latek :

$$\begin{aligned} P &= A + A (P/A, 8\%, 5) + A(P/F, 8\%, 10) + \dots + A(P/F, 8\%, 35) \\ &= A (1 + 1,9866) \\ &= \text{Rp. } 2.000(2,9866) \\ &= \text{Rp. } 5.973 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Bunga efektif 46,9% di dapat dari :

$$\begin{aligned} I_{\text{eff}} &= (1 + 0,08)^5 - 1 \\ &= 0,469 \end{aligned}$$

$$= 46,9\%$$

Jadi nilai awal dari ongkos alternatif pertama lebih kecil sehingga di pilih cat minyak .

- b. Dengan deret seragam di peroleh nilai A untuk masing – masing alternatif sebagai berikut :

Untuk cat minyak :

$$\begin{aligned} A &= \text{Rp. } 2.467(A/P, 8\%, 8) \\ &= \text{Rp. } 2.467(0,1740) \\ &= \text{Rp. } 249 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Untuk latex :

$$\begin{aligned} A &= \text{Rp. } 2000(A/P, 8\%, 5) \\ &= \text{Rp. } 2000(0,2505) \\ &= \text{Rp. } 501 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, dengan perbandingan deret seragam dapat diketahui bahwa alternatif cat minyak lebih murah sehingga dipilih untuk di pakai.

4.3 MENGESTIMASIKAN ALIRAN KAS

Setelah sejumlah alternatif di pilih dan horizon perencanaan ditetapkan maka estimasi aliran kas akan bisa di buat. Estimasi aliran kas harus senantiasa di buat dengan pertimbangan prediksi kondisi masa mendatang disamping juga memperhatikan kecenderungan yang di gambarkan oleh data masa lalu.

Contoh 4.2

Sebagai ilustrasi dalam memahami konsep aliran kas, misalkan suatu horizon perencanaan 5 tahun dipilih untuk mengevaluasi 3 alternatif investasi, katakanlah A,B dan C. estimasi aliran kas berdasarkan proposal yang masuk di tunjukan pada table 4.1. anggaran yang tersedia hanya Rp. 50 juta. Alternatif B tergantung (contingen) pada alternatif A, sedangkan A dan C bersifat mutually exclusive.

Table 4.1. estimasi aliran kas

Akhir Tahun	Aliran Kas Netto		
	A	B	C
0	-20 juta	-30 juta	-50 juta
1	-4 juta	4 juta	-5 juta
2	2 juta	6 juta	10 juta
3	8 juta	8 juta	25 juta
4	14 juta	10 juta	40 juta
5	25 juta	20 juta	10 juta

Berdasarkan kendala – kendala di atas, hanya 4 alternatif yang akhirnya menjadi nominasi seperti yang di tunjukan pada table 4.2

Alternatif 0 adalah untuk tidak mengerjakan sesuatu, alternatif 1 berarti hanya proposal C yang dikerjakan, alternatif 2 berarti hanya proposal A yang di laksanakan, dan alternatif 3 berarti peroposal A dan B yang dilaksanakan. Estimasi aliran kas untuk keempat alternatif ini di tunjukkan ke pada table 4.3.

Table 4.2 memilih alternatif nominal

Alternatif	Proposal			Investasi
Yang layak	X_A	X_B	X_C	
0	0	0	0	0
1	0	0	1	50 juta
	0	1	0	30 juta
	0	1	1	80 juta
2	1	0	0	20 juta
	1	0	1	70 juta
3	1	1	0	50 juta
	1	1	1	100 juta

Table 4.3. estimasi aliran kas untuk keempat alternatif nominasi

Akhir	Aliran Kas Netto			
Tahun	A_0	A_1	A_2	A_3
0	0	-50 juta	-20 juta	-50 juta
1	0	-5 juta	-4 juta	0 juta
2	0	10 juta	2 juta	8 juta
3	0	25 juta	8 juta	16 juta
4	0	40 juta	14 juta	24 juta
5	0	10 juta	25 juta	45 juta

Dalam mengestimasi aliran kas setiap alternatif maka semestinya semua ongkos dan pendapatan selama periode perencanaan, termasuk nilai sisa digambarkan dengan lengkap dalam kebanyakan evaluasi ekonomi, permalan tentang ongkos dan pendapatan tidak perlu di lakukan dengan mendetail. Ongkos – ongkos yang selalu terjadi dengan jumlah yang sama pada semua alternatif bisa di hilangkan.

Tidak gampang membuat estimasi aliran kas secara akurat lebih – lebih di tahun – tahun mendatang dalam suatu investasi akan terjadi banyak perubahan yang berpengaruh terhadap aliran kas kekeliruan yang sering terjadi adalah melihat perubahan aliran kas hanya dari peroses intern (misalnya ongkos – ongkos mengganti sebuah mesin manual menjadi otomatis), padahal dalam jangka panjang bukan hanya akan berpengaruh pada biaya operasi dan perawatan, namun juga pada kualitas produk, kesan konsumen, gairah pasar dan akhirnya penjualan. Manfaat yang sulit terukur seperti penurunan persediaan, peningkatan kualitas, penghematan luas (space), peningkatan fleksibilitas, pengurangan lead time, dan sebagainya, sedapat mungkin juga mempertimbangkan dan dicoba dikonversikan ke dalam rupiah karena terlihat atau tidak hal itu semua akan mempengaruhi aliran kas.

4.4 Menetapkan MARR

Tingkat bunga yang dipakai patokan dasar dalam mengevaluasi dan membandingkan berbagai alternatif dinamakan MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*). MARR ini adalah nilai minimal dari tingkat pengembalian atau bunga yang biasa diterima oleh investor. Dengan kata lain bila suatu investasi menghasilkan bunga atau tingkat pengembalian (*Rate of Return*) yang lebih kecil dari MARR maka investasi tersebut dinilai tidak ekonomis sehingga tidak layak untuk dikerjakan.

Nilai MARR akan berbeda pada jenis industri yang satu dengan jenis industri yang lainnya. Biasanya perusahaan menetapkan suatu standar MARR sendiri-sendiri sebagai bahan untuk mempertimbangan investasi yang akan dilakukan. Terlepas dari cara yang dipakai dalam menentukan MARR, nilai MARR harus ditetapkan lebih tinggi dari *Cost of Capital* (yang biasanya dilihat dari tingkat suku bunga tabungan). Nilai MARR harus mencerminkan ongkos kesempatan, yaitu ongkos yang terjadi akibat tidak terpilihnya suatu alternatif investasi karena terpilihnya alternatif lain.

MARR tetap harus dipakai patokan walaupun suatu investasi dibiayai sepenuhnya dari milik investor sendiri, tanpa pinjaman dari pihak lain.

Ada beberapa cara yang disarankan (misalnya oleh White, dkk,) untuk menetapkan besarnya MARR, diantaranya adalah:

1. Tambahkan suatu presentase tetap pada ongkos modal (*Cost of Capital*) perusahaan.
2. Nilai rata-rata tingkat pengembalian (ROR) selama 5 tahun yang lalu digunakan sebagai MARR tahun ini.
3. Gunakan MARR yang berbeda untuk horizon perencanaan yang berbeda dari investasi awal.
4. Gunakan MARR yang berbeda untuk perkembangan yang berbeda dari investasi awal.
5. Gunakan MARR yang berbeda pada investasi baru dan investasi yang berupa proyek perbaikan (baca: reduksi) ongkos.
6. Gunakan alat manajemen untuk mendorong atau menghambat investasi, tergantung pada kondisi ekonomi keseluruhan dari perusahaan.
7. Gunakan rata-rata tingkat pengembalian modal para pemilik saham untuk semua perusahaan pada kelompok industri yang sama.

Besarnya MARR akan dipengaruhi oleh banyak hal diantaranya adalah ketersediaan modal (uang), ketersediaan kesempatan investasi, kondisi bisnis, tingkat inflasi, ongkos modal (*Cost of Capital*) perusahaan, peraturan pajak, peraturan pemerintah, tingkat keberanian menanggung resiko bagi pengambil keputusan, tingkat resiko/ketidakpastian yang dihadapi dan berbagai hal lain yang sejenis.

MARR dapat dinyatakan sebelum pajak maupun sesudah pajak. Hubungan keduanya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{MARR (sebelum pajak)} = \frac{\text{MARR (sesudah pajak)}}{1-t}$$

dimana t adalah tingkat pajak pendapatan kombinasi (baik yang dikenakan oleh pemerintah pusat maupun daerah). Sebagai contoh, misalkan MARR setelah pajak dari suatu proyek investasi adalah 18% dan tingkat pendapatan pajak kombinasi adalah 45% maka MARR sebelum pajak dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MARR (sebelum pajak)} &= \frac{0,18}{1-0,45} \\ &= 0,3273 = 32,73\% \end{aligned}$$

Ongkos untuk membiayai suatu proyek seringkali disebut ongkos modal (*Cost of Capital*) yang dinyatakan dengan tingkat pertahun atau persentase. Cara yang termudah untuk menghitung *Cost of Capital* adalah dengan menentukan *Cost of Capital* masing-masing pembiayaan (baik yang berasal dari modal sendiri maupun yang berupa pinjaman), kemudian menjumlahkan masing-masing *Cost of Capital* tersebut dengan bobot tertentu. Dengan demikian maka *Cost of Capital* (i_c) dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$i_c = r_d i_d + (1 - r_d) i_e$$

dimana

r_d = rasio antara hutang dengan modal keseluruhan

$(1 - r_d)$ = rasio antara modal sendiri dengan modal keseluruhan

i_d = tingkat pengembalian (*rate of return*) yang dibutuhkan pada modal yang berasal dari pinjaman

i_e = tingkat pengembalian yang dibutuhkan pada modal sendiri

sebagai contoh, misalkan 40% dari modal suatu perusahaan diperoleh dari pinjaman bank yang dikenakan bunga 17% setahun dan selebihnya adalah modal sendiri yang

diharapkan menghasilkan tingkat pengembalian sebesar 13%, maka *cost of capital* diperoleh:

$$i_c = (0,40)(0,17) + (1-0,40)(0,13)$$

$$= 0,068 + 0,078$$

$$= 0,146$$

$$= 14,6\%$$

4.5 Membandingkan Alternatif-alternatif Investasi

Setelah kita mendefinisikan sejumlah alternatif, menentukan horizon perencanaan, mengestimasi aliran kas masing-masing alternatif investasi, menentukan MARR yang akan digunakan dasar dalam mengevaluasi dan memilih alternatif investasi maka langkah selanjutnya adalah membandingkan alternatif-alternatif tersebut dengan suatu metode atau teknik yang cocok. Ada beberapa teknik yang bisa digunakan untuk membandingkan alternatif-alternatif investasi, diantaranya adalah dengan:

1. Analisis nilai sekarang (*Present Worth*)
2. Analisis deret seragam (*Annual Worth*)
3. Analisis nilai mendatang (*Future Worth*)
4. Analisis tingkat pengembalian (*Rate of Return*)
5. Analisis manfaat/ongkos (B/C)
6. Analisis periode pengembalian (*Payback Period*)

Semua metode di atas (kecuali yang terakhir) memberikan hasil yang bisa dibandingkan untuk mengukur efektivitas suatu alternatif investasi. Metode pertama, kedua dan ketiga mengkonversi semua aliran kas selama horizon perencanaan menjadi suatu nilai tunggal (P atau F) atau nilai seragam (A) dengan tingkat MARR yang ditentukan. Berikut ini akan dibahas metode-metode analisis nilai sekarang,

deret seragam, nilai mendatang dan periode pengembalian. Metode analisis tingkat pengembalian (ROR) dan analisis B/C akan dibahas pada bab tersendiri.

4.6 Metode Nilai Sekarang (P)

Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga P yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Tingkat bunga dipakai untuk melakukan konversi adalah MARR. Secara matematis nilai sekarang dari suatu aliran kas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P(i) = \sum_{t=0}^N \frac{A_t}{(1+i)^t}$$

atau

$$P(i) = \sum_{t=0}^N A_t (P/F, i\%, t)$$

Dimana:

$P(i)$ = nilai sekarang dari keseluruhan aliran kas pada tingkat bunga $i\%$

A_t = aliran kas pada akhir periode t

i = MARR

N = horizon perencanaan (periode)

Apabila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat '*mutually exclusive*' maka alternatif yang dipilih adalah alternatif yang memiliki nilai P netto yang tertinggi. Tentu saja, bila yang dibandingkan adalah alternatif-alternatif yang hanya memiliki ongkos maka yang dipilih adalah yang menghasilkan ongkos (nilai sekarang) yang paling rendah. Biasanya, apabila suatu aliran kas hanya terdiri dari ongkos-ongkos maka tanda negatif dari aliran kas tersebut biasanya dihilangkan (namun pemilihan berdasarkan kriteria ongkos terkecil tetap digunakan).

Apabila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat indenpenden maka semua alternatif yang memiliki awal netto lebih besar dari nol (menghasilkan tingkat pengembalian diatas MARR) bisa dipilih karena secara ekonomi semuanya layak dilaksanakan. *Alternatif Do Nothing* tetap dipertimbngkan dengan $P = 0$.

Contoh 4.3

Seorang insinyur menemukan alat yang mampu mengubah suatu proses permesinan pada mesin NC/CNC sehingga menghasilkan perbaikan proses dengan efisiensi 20% lebih tinggi dari yang semula. Alat tersebut ditawarkan oleh sebuah perusahaan manufaktur dengan 2 altenatif pembayaran, yaitu dibayar total sekarang seharga tunai Rp. 50 juta atau dibayar setiap tahun sebesa Rp. 10 juta dalam 7 tahun pertama dan sisanya sebesar Rp. 3 juta dalam 8 tahun berikutnya. Cara pembayaran mana yang dipilih oleh insinyur tersebut bila ia menganalisis dengan tingkat bunga 15% ?

Solusi:

1. Alternatif pertama denga $P_1 = \text{Rp. 50 juta}$

2. Alternatif kedua dengan P sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_2 &= \text{Rp. 10 juta (P/A, 15\%, 7)} + \text{Rp. 3 juta (P/A, 15\%, 8) (P/F, 15\%, 7)} \\ &= \text{Rp. 10 juta (4,160)} + \text{Rp. 3 juta (4,487) (0,3759)} \\ &= \text{Rp. 41,60 juta} + \text{Rp. 5,060 juta} \\ &= \text{Rp. 46,660 juta} \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned} P_2 &= \text{Rp. 3 juta (P/A, 15\%, 15)} + \text{Rp. 7 juta (P/A, 15\%, 7)} \\ &= \text{Rp. 3 juta (5,847)} + \text{Rp. 7 juta (4,160)} \\ &= \text{Rp. 17,541 juta} + \text{Rp. 29,12 juta} \\ &= \text{Rp. 46,661 juta} \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned} P_2 &= \text{Rp. 10 juta (P/A, 15\%, 7)} + \text{Rp. 3 juta [(P/A, 15\%, 15) - (P/A, 15\%, 7)]} \\ &= \text{Rp. 10 juta (4,160)} + \text{Rp. 3 juta (5,847 - 4,160)} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 46,660 \text{ juta}$$

Jadi, karena nilai P dari alternatif pertama lebih besar maka dipilih cara pembayaran yang pertama.

Contoh 4.4

Perhatikan kembali Tabel 4.3 yang menggambarkan estimasi aliran kas 4 alternatif selama 5 tahun. Misalkan MARR yang digunakan untuk analisi adalah 12%, tentukan nilai P masing-masing alternatif dan pilih alternatif mana yang paling menguntungkan.

Solusi:

1. Alternatif A₀

$$P_0 = 0$$

2. Alternatif A₁

$$\begin{aligned} P_1 &= -50 \text{ juta} - 5 \text{ juta (P/F, 12\%, 1)} + 10 \text{ juta (P/F, 12\%, 2)} + 25 \text{ juta (P/F, 12\%, 3)} + 40 \text{ juta (P/F, 12\%, 4)} + 10 \text{ juta (P/F, 12\%, 5)} \\ &= -50 \text{ juta} - 5 \text{ juta (0,8929)} + 10 \text{ juta (0,7972)} + 25 \text{ juta (0,7118)} + 40 \text{ juta (0,6355)} + 10 \text{ juta (0,5674)} \\ &= (-50 - 4,4645 + 7,972 + 17,795 + 25,42 + 5,674) \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } 2,3965 \text{ juta} \end{aligned}$$

3. Alternatif A₂

$$\begin{aligned} P_2 &= -20 \text{ juta} - 4 \text{ juta (P/F, 12\%, 1)} + 2 \text{ juta (P/F, 12\%, 2)} + 8 \text{ juta (P/F, 12\%, 3)} + 4 \text{ juta (P/F, 12\%, 4)} + 25 \text{ juta (P/F, 12\%, 5)} \\ &= \text{Rp. } [-20 - 4 (0,8929) + 2 (0,7972) + 8 (0,7118) + 14 (0,6355) + 25 (0,5674)] \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } (-20 - 3,5716 + 1,5944 + 5,6944 + 8,897 + 14,185) \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } 6,7992 \text{ juta} \end{aligned}$$

4. Alternatif A₃

$$\begin{aligned}
P_3 &= \text{Rp. } [-50 + 0 + 8 (P/F, 12\%, 2) + 16 (P/F, 15\%, 3) + 24 (P/F, 15\%, 4) \\
&\quad + 45 (P/F, 15\%, 5)] \text{ juta} \\
&= \text{Rp. } (-50 + 6,3776 + 11,3888 + 15,252 + 25,533) \text{ juta} \\
&= \text{Rp. } 8,5514 \text{ juta}
\end{aligned}$$

Jadi yang dipilih adalah alternatif A_3 karena memberikan nilai P yang paling besar diantara alternatif-alternatif yang lainnya.

Contoh 4.5

PT. ABC adalah perusahaan yang menyewakan gudang untuk melayani suatu kawasan industri di Surabaya. Penghasilan yang diperoleh per tahun diperkirakan Rp. 500 juta dengan biaya perawatan, operasional, asuransi, dan pajak pertahun sebesar Rp. 130 juta. Nilai sisa ditetapkan Rp. 100 juta pada akhir tahun ke-30. Ada sebuah perusahaan ingin membeli gedung milik PT. ABC ini dengan harga Rp. 4000 juta. Bila PT. ABC menggunakan $MARR = 10\%$ untuk mengevaluasi penawaran tersebut apakah seharusnya gedung tersebut dijual ?

Solusi:

Ada dua alternatif dari persoalan ini yaitu:

1. Alternatif menjual dengan

$$P_1 = 4000 \text{ juta}$$

2. Alternatif tidak menjual dengan P_2 dihitung sebagai berikut:

$$P_2 = A(P/A, i\%, N) + F(P/F, i\%, N)$$

Dimana

A = pendapatan netto tahunan

$$= \text{Rp. } 500 - \text{Rp. } 130 \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. } 370 \text{ juta}$$

F = nilai sisa

$$= \text{Rp. 100 juta}$$

$$i = 10\%$$

$$N = 30 \text{ tahun}$$

Sehingga:

$$P_2 = \text{Rp. 370 juta } (P/A, 10\%, 30) + \text{Rp. 100 juta } (P/F, 10\%, 30)$$

$$= \text{Rp. 370 juta } (9,427) + \text{Rp. 100 juta } (0,0537)$$

$$= \text{Rp. 3.493,72 juta}$$

Karena P_1 lebih besar dari P_2 maka PT. ABC akan memilih alternatif 1, yaitu menjual gudang tersebut.

4.7 Metode Nilai Sekarang untuk Proyek Abadi

Metode analisis nilai sekarang bisa juga dipakai untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif-alternatif yang memiliki umur tak terhingga (perpetual atau abadi). Metode nilai sekarang yang digunakan untuk proyek-proyek abadi seperti ini disebut metode 'Capitalized Worth'. Proyek-proyek yang biasa digolongkan memiliki umur abadi antara lain dam, jalan raya, terusan, dan proyek-proyek untuk pelayanan umum yang lainnya.

Pada metode ini suatu aliran kas dinyatakan dalam deret uniform pertahun selama waktu tak terhingga kemudian dikonversikan ke nilai P dengan suatu tingkat bunga tertentu. Dengan demikian maka nilai Capitalized Worth dapat dinyatakan:

$$CW = A(P/A, i\%, \infty)$$

Dimana

$$\lim_{N \rightarrow \infty} (P/A, i\%, N) = \frac{1}{i}$$

Sehingga

$$CW = \frac{A}{i}$$

Apabila deret seragam tak terhingga ini hanya terdiri dari ongkos-ongkos maka nilai P dari aliran kas ini disebut 'Capitalized Cost'. Apabila ada ongkos awal (P) yang terlibat (disamping ongkos-ongkos deret seragam dalam waktu tak terhingga) maka nilai Capitalized Cost dari proyek yang seperti ini dapat dinyatakan dengan:

$$CC = P + \frac{A}{i}$$

Dimana:

CC = Capitalized Cost

P = Ongkos awal disamping deret seragam

A = Besarnya deret seragam per periode (tahun)

Perlu dibedakan bahwa istilah Capitalized Cost disini tidak sama dengan istilah yang digunakan pada dunia akuntansi. Pada akuntansi, Capitalized digunakan untuk menggambarkan suatu nilai mata uang yang dialokasikan (didepresiasi) selama lebih dari setahun untuk suatu aset.

Contoh 4.6

Bila si A menabung Rp. 10 juta sekarang dengan bunga 12% pertahun berapakah yang bisa ia tarik setiap tahun dalam waktu yang tak terhingga ?

Solusi:

$$A = Pi$$

$$= \text{Rp. 10 juta} (0,12)$$

$$= \text{Rp. 1,2 juta}$$

Contoh 4.7

Yayasan XYZ adalah penyantun sebuah lembaga pendidikan luar biasa yang didirikan para yatim piatu. Yayasan XYZ merencanakan akan menghibahkan sebuah gedung perpustakaan termasuk biaya perawatan dan perbaikannya untuk jangka waktu tak terhingga. Yayasan memutuskan untuk menaruh uang sumbangannya di bank yang memberikan bunga 12% per tahun. Biaya perawatan perpustakaan ini diperkirakan Rp. 2 juta per tahun dan tiap 10 tahun harus dicat ulang dengan biaya Rp. 15 juta tiap kali pengecatan. Bila uang yang ditabungkan (untuk gedung dan perawatan serta perbaikan) adalah sebanyak Rp. 100 juta, berapakah biaya maksimum pembangunan gedung agar sisanya cukup untuk biaya perawatan dan perbaikan selama-lamanya ?

Solusi:

Diketahui dari persoalan ini:

$$CC = \text{Rp. } 100 \text{ juta}$$

$$I = \text{Rp. } 12\%$$

$$A = \text{Rp. } 2 \text{ juta} + \text{Rp. } 15 \text{ juta (A/F, } 12\%, 10)$$

$$= \text{Rp. } 2 \text{ juta} + \text{Rp. } 15 \text{ juta (0,05698)}$$

$$= \text{Rp. } 2,8547 \text{ juta}$$

Yang ditanyakan disini adalah ongkos pembangunan gedung (investasi awal = P).

Besarnya adalah:

$$CC = P + \frac{A}{i}$$

$$P = CC - \frac{A}{i}$$

$$= \text{Rp. } 100 \text{ juta} - \frac{\text{Rp. } 2,8547 \text{ juta}}{0,10}$$

$$= \text{Rp. } 100 \text{ juta} - \text{Rp. } 28,547 \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. } 71,453 \text{ juta}$$

4.8 Metode Deret Seragam

Pada metode ini semua aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan dikonversikan kedalam deret seragam dengan tingkat bunga sebesar MARR. Biasanya akan lebih mudah kalau perhitungan deret seragam ini dilakukan dari P sehingga akan berlaku hubungan

$$A(i) = p(i)(A/P, i\%, N)$$

Atau

$$A(i) = [\sum_{t=0}^N A_t (P/F, i\%, t)](A/P, i\%, N)$$

Bila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat 'mutually exclusive' maka yang dipilih adalah yang memiliki deret seragam netto yang terbesar. Dengan kata lain, bila aliran kas hanya terdiri dari ongkos maka yang dipilih adalah yang membutuhkan ongkos seragam yang paling kecil.

Bila alternatif-alternatif tersebut bersifat independen maka semua alternatif yang menghasilkan deret seragam netto lebih besar dari nol akan diterima karena ini berarti alternatif tersebut menghasilkan tingkat pengembalian yang lebih besar dari MARR. Alternatif untuk tidak mengerjakan sesuatu (Do Nothing) memiliki nilai $A=0$.

Contoh 4.8

Kerjakan persoalan pada Contoh 4.5 dengan metode analisis deret seragam.

Solusi:

Alternatif menjual gudang dengan harga Rp. 4.000 juta akan menghasilkan deret seragam:

$$\begin{aligned} A_1 &= P_1 (A/P, i\%, N) \\ &= \text{Rp. 4.000 juta} (A/P, 10\%, 30) \\ &= \text{Rp. 4.000 juta} (0.10608) \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 424,32 \text{ juta per tahun}$$

Alternatif untuk tidak menjual gudang tersebut akan menghasilkan deret seragam:

$$A_2 = \text{Rp. } 500 \text{ juta} - 130 \text{ juta} + 100 \text{ juta}(A / F, 10\%, 30)$$

$$= \text{Rp. } 370 \text{ juta} + 100 \text{ juta} (0,00608)$$

$$= \text{Rp. } 370,608 \text{ juta}$$

$$\text{Atau } A_2 = P_2 (A / P, 10\%, 30)$$

$$\text{Dimana } P_2 = \text{Rp. } 3.493,72 \text{ juta (dari jawaban Contoh 4.5)}$$

Sehingga

$$A_2 = \text{Rp. } 3.493,72 \text{ juta}(0,10608)$$

$$= \text{Rp. } 370,613 \text{ juta}$$

Selisih di atas adalah efek dari pembulatan yang dilakukan pada nilai-nilai tabel. Dari hasil tersebut maka alternatif 1 yang dipilih karena memberikan deret seragam netto yang lebih besar.

4.9 Perhitungan Pembalikan Modal (Capital Recovery)

Capital Recovery Cost (CR) dari suatu investasi adalah deret seragam dari modal yang tertanam dalam suatu investasi selama umur dari investasi tersebut. Nilai CR biasa digunakan untuk melihat apakah suatu investasi akan memberikan pendapatan yang cukup untuk menutupi modal yang dikeluarkan termasuk bunga yang mestinya dihasilkan pada tingkat MARR selama umur dari investasi tersebut. Nilai sisa dalam suatu perhitungan CR dianggap sebagai pendapatan sehingga rumus CR dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$CR(i) = P(A/P, i\%, N) - F(A/F, i\%, N) \quad (4.11)$$

Dimana:

$CR(i)$ = ongkos recovery pada MARR sebesar $i\%$

P = modal yang ditanamkan sebagai investasi awal

F = estimasi nilai sisa pada tahun ke N

I = MARR

N = estimasi umur investasi atau horizon perencanaan yang ditetapkan

Dengan mengingat bahwa:

$$(A/P, i\%, N) = (A/F, i\%, N) + i$$

Atau

$$(A/F, i\%, N) = (A/P, i\%, N) - i$$

Maka persamaan (4.11) tadi bisa disubstitusi sehingga bisa menurunkan rumus baru CR yaitu:

$$CR(i) = (P - F) (A/P, i\%, N) + Fi$$

(4.12)

Atau

$$CR(i) = (P - F) (A/F, i\%, N) + Pi$$

(4.13)

Atau

$$CR(i) = [P - (P/F, i\%, N)] (A/P, i\%, N)$$

(4.14)

Atau

$$\text{CR}(i) = \frac{P-F}{N} + \left[P - \frac{P-F}{N} (A/G, i\%, N) \right] \quad I \quad (4.15)$$

Rumus yang terakhir menunjukkan bahwa CR adalah nilai depresiasi suatu asset (investasi) dengan metode depresiasi garis lurus ditambah dengan pengembalian dari jumlah nilai tak terdepresiasi.

Contoh 4.9

Sebuah mini computer dibeli dengan harga Rp. 82 juta dengan nilai sisa Rp. 5 juta pada akhir umurnya di tahun ke-7. Dengan tingkat bunga 15% hitunglah ongkos pengembalian modal (CR) dari mini computer tersebut.

Solusi:

$$\begin{aligned} \text{CR} &= \text{Rp. 82 juta } (A/P, 15\%, 7) - \text{Rp. 5 juta } (A/F, 15\%, 7) \\ &= \text{Rp. 82 juta } (0,2404) - \text{Rp. 5 juta } (0,0904) \\ &= \text{Rp. 19,2608 juta} \end{aligned}$$

Atau

$$\begin{aligned} \text{CR} &= \text{Rp. } (82-5) \text{ juta } (A/P, 15\%, 7) + \text{Rp. 5 juta } (0,15) \\ &= \text{Rp. 77 juta } (0,2404) + \text{Rp. 5 juta } (0,15) \\ &= \text{Rp. 19,2608 juta} \end{aligned}$$

Atau dengan rumus pada persamaan (4.13) dan (4.14) diatas.

Contoh 4.10

Sebuah perusahaan rekanan PLN memenangkan tender untuk pengadaan sarana listrik di sebuah pulau yang baru dikembangkan untuk kawasan pariwisata. Ada 2 alternatif yang bisa ditempuh dalam melaksanakan proyek tersebut. Pertama adalah dengan memasang kabel bawah laut yang akan menelan biaya pembangunan dan pemasangannya sebesar Rp. 10 juta per kilometer dengan biaya perawatan sebesar Rp.

0,35 juta per kilometer per tahun. Nilai sisanya diperkirakan Rp. 1 juta per kilometer pada akhir tahun ke-20. Alternatif kedua adalah memasang kabel diatas laut dengan biaya pemasangan dan pembangunan sebesar Rp. 7 juta per kilometer dengan biaya perawatan Rp. 0,40 juta per kilometer per tahun. Nilai sisanya diperkirakan Rp. 1,2 juta per kilometer diakhir tahun ke-20. Bila harus dipasang adalah 10 kilometer dan bila alternatif kedua, panjang kabelnya adalah 16 km. tentukanlah alternatif mana yang lebih efisien dengan menggunakan MARR = 10%.

Solusi:

Alternatif pertama:

Ongkos awal dari alternatif ini adalah $P = \text{Rp. } 10 \text{ juta/km} \times 10 \text{ km} = \text{Rp. } 100 \text{ juta}$ dan nilai sisanya adalah $F = \text{Rp. } 1 \text{ juta} \times 10 = \text{Rp. } 10 \text{ juta}$.

CR dari alternatif ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CR} &= \text{Rp. } 100 \text{ juta} (A/P, 10\%, 20) - \text{Rp. } 10 \text{ juta} (A/F, 10\%, 20) \\ &= \text{Rp. } 100 \text{ juta} (0,11746) - \text{Rp. } 10 \text{ juta} (0,01746) \\ &= \text{Rp. } 11,746 \text{ juta} - \text{Rp. } 0,1746 \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } 11,5714 \text{ juta} \end{aligned}$$

Ongkos perawatan per tahun adalah

$$\text{Rp. } 0,35 \text{ juta/km} \times 10 \text{ km} = \text{Rp. } 3,5 \text{ juta}$$

Nilai deret seragam dari keseluruhan aliran kas pada alternatif pertama ini adalah:

$$\begin{aligned} A_2 &= \text{Rp. } 11,5714 \text{ juta} + \text{Rp. } 3,5 \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } 15,0714 \text{ juta} \end{aligned}$$

Alternatif kedua:

$$\begin{aligned} \text{Ongkos awal (P)} &= \text{Rp. } 7 \text{ juta/km} \times 16 \text{ km} \\ &= \text{Rp. } 112 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai sisa (F)} &= \text{Rp. } 1,2 \text{ juta/km} \times 16 \text{ km} \\ &= \text{Rp. } 19,2 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CR} &= \text{Rp. } 112 \text{ juta} (A/P, 10\%, 20) - \text{Rp. } 19,2 \text{ juta} (A/F, 10\%, 20) \\ &= \text{Rp. } 112 \text{ juta} (0,11746) - \text{Rp. } 19,2 \text{ juta} (0,01746) \\ &= \text{Rp. } 12,8203 \text{ juta} \end{aligned}$$

Ongkos perawatan per tahun adalah

Rp. 0,40 juta/km x 16 km = Rp. 6,4 juta

Nilai deret seragam dari keseluruhan aliran kas alternatif kedua adalah:

$$\begin{aligned} A_2 &= \text{Rp. } 12,8203 \text{ juta} + \text{Rp. } 6,4 \text{ juta} \\ &= \text{Rp. } 19,2203 \text{ juta} \end{aligned}$$

Jadi yang dipilih adalah alternatif pertama karena memberikan ongkos-ongkos per tahun yang lebih kecil sehingga lebih efisien.

4.10 Metode Nilai Mendatang

Pada metode ini semua aliran kas dikonversi ke suatu nilai pada satu titik dimasa mendatang (Future Worth) dengan tingkat bunga sebesar MARR. Nilai mendatang (F) ini bisa diperoleh dengan berbagai cara anatara lain:

1. Dengan mengkonversi langsung semua aliran kas ke nilai F, atau

$$F(i) = \sum_{t=0}^N A_t (F/P, i\%, N-t)$$

Dimana:

$F(i)$ = nilai mendukung dari semua aliran kas selama N dengan MARR= 1%

A_t = adalah aliran kas yang terjaddi pada periode ke-t

Atau

$$F(i) = \sum_{t=0}^N A_t (F/P, i\%, N)$$

2. Dengan mengkonversikan lewat nilai sekarang (P) dari semua aliran kas selama N periode, atau

$$F(i) = P(i) (F/P, i\%, N)$$

3. Dengan mengkonversikan lewat nilai seragam seluruh aliran kas selama N periode, atau

$$F(i) = A(i) (F/A, i\%, N)$$

Bila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat mutually exclusive maka yang dipilih adalah memberikan nilai $F(i)$ netto yang terbesar. Sedangkan bila alternatif-alternatif tersebut bersifat independen maka semua alternatif yang memiliki nilai $F(i)$ lebih besar dari nol layak untuk dipilih. Alternatif 'Do Nothing' memiliki nilai $F = 0$.

Secara umum metode nilai sekarang (P) dan nilai seragam (A) lebih disukai dalam membandingkan alternatif investasi. Namun ada beberapa kondisi dimana analisis nilai mendatang lebih disukai, misalnya bila seorang investor ingin membandingkan alternatif untuk menjual atau melikuidasi suatu asset di masa mendatang.

Perlu ditekankan bahwa penggunaan nilai sekarang, nilai seragam ataupun nilai mendatang dalam membandingkan alternatif investasi selalu akan memberikan jawaban yang sama, selama MARR dan periode studi (horizon perencanaan) yang digunakan tidak berubah. Jadi, pada MARR dan N yang sama maka akan berlaku:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{F_1}{F_2}$$

Atau,

$$\frac{A_1}{P_1} = \frac{A_2}{P_2} = (A/P, i\%, N)$$

Contoh 4.11

Manajer pembelian sebuah industri rotan sedang merencanakan untuk membeli sebuah mesin. Ada 2 penawaran yang layak untuk dipertimbangkannya baik dari segi teknis maupun aspek finansialnya.

Pemasok pertama (A) menawarkan mesin dengan harga Rp. 250 juta umur ekonomis 10 tahun dengan nilai sisa Rp. 10 juta. Ongkos operasional, perawatan, pajak dan asuransi diperkirakan sebesar Rp. 1 juta per tahun pada tahun-tahun selanjutnya. Pendapatan tahunan yang dijanjikan oleh mesin ini adalah Rp. 75 juta per tahun.

Pemasok kedua (B) menawarkan mesin seharga Rp. 100 juta, umur ekonomis 5 tahun dengan nilai sisa Rp. 2 juta. Ongkos operasional, perawatan, pajak dan asuransi diperkirakan sebesar Rp. 10 juta pada tahun pertama dan selanjutnya naik sebesar Rp. 0,8 juta tiap tahun. Pendapatan tahunan mesin ini diperkirakan Rp. 68 juta. Dengan menggunakan MARR = 15 % tentukan keputusan dari manajer pembelian tersebut dengan menggunakan :

- a. Nilai mendatang (F)
- b. Nilai deret seragam (A)

Dan buktikan bahwa $\frac{Fa}{Fa} = \frac{Fb}{Bb}$

Solusi :

- a. Nilai mendatang dari alternatif A:

$$\begin{aligned}
 Fa &= \text{Rp. 75 juta}(F / A, 15\%, 10) - \text{Rp. 250 juta}(F / P, 15\%, 10) + \text{Rp. 10 juta} - \\
 &[\text{Rp. 12 juta} + \text{Rp. 1 juta}(A/G, 15\%, 10)] \times (F / A, 15\%, 10) \\
 &= \text{Rp. 75 juta}(20,304) - \text{Rp. 250 juta}(4,046) - \text{Rp. 10 juta} - [\text{Rp. 12 juta} + \text{Rp. 1} \\
 &\text{juta}(3,383)](20,304) \\
 &= \text{Rp. 1522,8 juta} - \text{Rp. 1011,5 juta} + \text{Rp. 10 juta} - (\text{Rp. 15,383 juta})(20,304) \\
 &= \text{Rp. 208,964 juta}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fb &= \text{Rp. 68 juta}(F / A, 15\%, 10) - \text{Rp. 100 juta}(F / P, 15\%, 10) + \text{Rp. 2 juta}(F / \\
 &P, 15\%, 10) - \text{Rp. 100 juta}(F / P, 15\%, 5) + \text{Rp. 2 juta}[\text{Rp. 10 juta} + \text{Rp. 0,8} \\
 &\text{juta}(A / G, 15\%, 5)] \times (F/A, 15\%, 10) \\
 &= \text{Rp. 68 juta}(20,304) - \text{Rp. 100 juta}(4,046) + \text{Rp. 2 juta}(2,011) - \text{Rp. 100} \\
 &\text{juta}(2,011) + \text{Rp. 2 juta} - [\text{Rp. 10 juta} + \text{Rp. 0,8 juta}(1,732)](6,742) \\
 &= \text{Rp. 704,281 juta}
 \end{aligned}$$

- b. Nilai deret seragam dari alternatif A:

$$\begin{aligned}
 Aa &= Fa (A / F, i\%, N) \\
 &= \text{Rp. 704,281 juta} (0,04925) \\
 &= \text{Rp. 10,291 juta}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian maka:

$$\frac{Fa}{Aa} = \frac{Rp. 208,964 \text{ juta}}{Rp. 10,291 \text{ juta}} = 20,306$$

Dan

$$\frac{Fb}{Ab} = \frac{Rp. 704,281 \text{ juta}}{Rp. 34,686 \text{ juta}} = 20,305$$

Jadi, terbukti bahwa $\frac{Fa}{Fa} = \frac{Fb}{Ab}$

Kesalahan kecil diatas terjadi karena pembulatan pada proses perhitungan.

4.11 Metode Periode Pengambilan (Payback Period)

Pada dasarnya periode pengembalian (Payback Period) adalah jumlah periode (tahun) yang diperlukan untuk mengembalikan (menutup) ongkos investasi awal dengan tingkat pengembalian tertentu. Perhitungan dilakukan berdasarkan aliran kas baik tahunan maupun yang merupakan nilai sisa. Untuk mendapatkan periode pengembalian pada suatu tingkat pengembalian (rate of return) tertentu digunakan model formula berikut:

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{N1} A_t (/F, i\%, t) \quad (4.22)$$

Dimana A_t adalah aliran kas yang terjadi pada periode t dan N' adalah periode pengembalian yang akan dihitung. Apabila A_t sama dari satu periode ke periode yang lain (deret seragam) maka persamaan (4.22) dapat dinyatakan berdasarkan faktor P/A sebagai berikut:

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{N1} A_t (P/A, i\%, t) \quad (4.23)$$

Apabila suatu alternatif memiliki masa pakai ekonomis lebih besar dari periode pengembalian (N') maka alternatif tersebut layak diterima. Sebaliknya, bila N' lebih besar dari estimasi masa pakai suatu alat atau umur suatu investasi maka investasi atau alat tersebut tidak layak diterima karena tidak akan cukup waktu untuk mengembalikan modal yang dipakai sebagai biaya awal dari investasi tersebut.

Dalam prakteknya, kalangan industri seringkali menghitung nilai N' dengan mengabaikan nilai uang dari waktu, atau mengasumsikan bahwa $i = 0\%$. Dengan asumsi ini maka persamaan (4.22) diatas akan berubah menjadi:

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{N1} A t \quad (4.24)$$

Apabila aliran kas berupa deret seragam maka N' bisa diperoleh dengan rumus:

$$N' = \frac{P}{At} \quad (4.25)$$

Dimana At dari persamaan ini adalah deret seragam aliran kas.

Dengan asumsi $i = 0\%$ maka metode ini memiliki 2 kelemahan yaitu:

1. Mengabaikan konsep nilai uang dari waktu
2. Semua aliran kas yang terjadi setelah N' diabaikan.

Namun demikian metode ini cukup populer digunakan dikalangan industri karena kemudahan perhitungannya dan kesederhanaan konsepnya.

Apabila dua atau lebih alternatif harus dibandingkan dengan metode payback period dan harus dipilih satu diantaranya maka kesalahan dari kelemahan no.2 diatas sangat mudah terjadi. Ini disebabkan karena orang akan berasumsi bahwa investasi yang nilai N' -nya lebih kecil adalah yang lebih baik. Sementara itu, aliran kas yang terjadi adalah N' tidak dipertimbangkan. Akhirnya seringkali alternatif yang sebenarnya memiliki N' lebih besar dan memiliki aliran kas yang cukup menguntungkan setelah N' tidak terpilih. Untuk menghindari kesalahan yang seperti

ini sebaiknya digunakan metode nilai sekarang (P) atau nilai deret seragam (A) dan metode payback period hanya dijadikan alat bantu analisis.

Akhir Tahun	Alternatif	
	A	B
0	-6 juta	-8 juta
1	2 juta	2 juta
2	3 juta	2 juta
3	1 juta	2 juta
4	0	2 juta
5	0	2 juta
6	0	2 juta

Contoh 4.12

Misalkan ada 2 jenis mesin cuci yang sedang dipertimbangkan oleh sebuah perusahaan jasa pencucian untuk dibeli. Kedua mesin tersebut memiliki aliran kas seperti tabel 4.4. gunakan metode payback period untuk menentukan

- Apakah kedua alternatif bisa diterima dengan $i = 0$?
- Bila harus dipilih salah satu, manakah yang lebih baik menurut kriteria payback period yang terpendek?

Solusi :

- Dengan menggunakan persamaan (4.24) maka diperoleh:

$$\begin{aligned}
 0 &= -5 + \sum_{t=1}^3 At \\
 &= -5 + (A_1 + A_2 + A_3) \\
 &= -5 + (2 + 2 + 1)
 \end{aligned}$$

Jadi, $N_a = 3$. Artinya diperlukan 3 tahun agar pendapatan = investasi awal.

Dengan cara yang sama bisa diketahui bahwa $N'_8 = 4$. Dengan aturan diatas maka kedua alternatif bisa diterima.

- b. Alternatif A memiliki periode pengembalian yang lebih pendek sehingga dianggap lebih baik menurut kriteria metode ini.

Contoh 4.13

Sebuah mesin perakitan otomatis bisa dibeli dengan harga Rp. 18 juta dengan nilai sisa Rp. 3 juta. Mesin ini diestimasikan bisa menyumbangkan pendapatan Rp. 3 juta per tahun. Apabila perusahaan memperkirakan umur ekonomi mesin tersebut. Gunakan metode Payback Period:

- a. Dengan menganggap tingkat pengembalian = 0
- b. Dengan menggunakan tingkat pengembalian (i) = 15%

Solusi :

- a. Apabila diasumsikan tingkat pengembalian = 0 maka, dengan persamaan (4.24) diperoleh:

$$0 = -18 \text{ juta} + N' (3000) + 3000$$

$$N' = 5 \text{ tahun}$$

Karena N' lebih kecil dari estimasi umur ekonomisnya maka mesin tersebut layak dibeli.

- b. Apabila menggunakan $i = 15\%$ maka berdasarkan persamaan (5.22) diperoleh:

$$0 = -18 + \sum_{t=1}^3 At \left(\frac{P}{F}, 15\%, t \right)$$

Nilai sisa sebesar Rp. 3 juta diasumsikan tetap berlaku dan tidak tergantung berapa lama mesin tersebut dipakai. Dengan demikian maka persamaan diatas bisa dimodifikasi menjadi:

$$0 = -\text{Rp. 18 juta} + \text{Rp. 3 juta} (P / A, 15\%, N') + \text{Rp. 3 juta} (P / F, 15\%, N')$$

Untuk mendapatkan nilai N' sehingga persamaan diatas benar maka dicoba beberapa nilai dan akhirnya dilakukan interpolasi dari 2 nilai yang berada diatas dan dibawahnya.

Bila dimasukkan $N'=15$ tahun maka ruas kanan dari persamaan diatas menghasilkan nilai Rp. -89,10 ribu. Sedangkan bila dicoba $N' = 16$ tahun maka hasilnya adalah Rp. 183,3 ribu. Dengan melakukan interpolasi diperoleh $N'=15,3$ tahun. Karena N' lebih besar dari estimasi umur ekonomis mesin tersebut maka diputuskan untuk tidak membelinya.

Dari contoh ini bisa dibuktikan bahwa metode payback period yang tidak memperhitungkan faktor bunga seringkali akan mengakibatkan keputusan-keputusan yang salah.

4.12 Soal

1. Komite pendanaan sebuah perseroan sedang mempertimbangkan 3 buah proposal yaitu A, B dan C dalam rangka meningkatkan pelayanan kepada kustomernya. Proposal A dan C bersifat mutually exclusive. Proposal C tergantung pada proposal B. investasi awal yang dibutuhkan oleh proposal A,B dan C masing-masing adalah Rp. 70 juta, Rp. 80 juta dan Rp. 35 juta. Modal yang tersedia seluruhnya hanya Rp. 120 juta. Kembangkanlah proposal-proposal tadi menjadi alternatif-alternatif yang layak untuk dipertimbangkan.
2. East Corp sedang mengevaluasi 3 proposal A, B dan C. proposal B dan C bersifat mutually exclusive, proposal C tergantung (contingen) pada proposal A. analisis kas netto masing-masing proposal adalah sebagai berikut:

	A (juta rupiah)	B (juta rupiah)	C (juta rupiah)
Investasi awal	400	600	300
Untuk ekonomis	8	12	6

Penerimaan/tahun	320	380	400
Pengeluaran/tahun	230	240	300
Nilai sisa	100	200	100

Perusahaan memilih horizon perencanaan 24 tahun dengan asumsi bahwa aliran kas akan terulang secara identik. (a) tentukan alternatif-alternatif yang layak, (b) tentukan aliran kas netto masing-masing alternatif.

3. Seorang ibu membeli mobil seharga Rp. 20 juta dan menjualnya 4 tahun kemudian dengan harga Rp. 14 juta. Selama memiliki mobil tersebut ia mengeluarkan Rp. 600 ribu per tahun untuk keperluan operasi dan perawatannya. Hitunglah deret seragam dari pengeluaran ibu tersebut bila tingkat bunga yang dipakai adalah 13% per tahun.
4. Bandingkan dua alternatif mesin yang bisa dibeli dengan menggunakan $i = 15\%$ per tahun dengan menggunakan
 - a. Metode nilai sekarang (P)
 - b. Nilai deret seragam (A).

Data ongkos, nilai sisa dan umur kedua mesin tersebut adalah sebagai berikut:

	Mesin A (juta rupiah)	Mesin B (juta rupiah)
Ongkos awal	45	20
Ongkos tahunan	8	9
Turun mesin tiap 2 tahun	-	2
Turun mesin tiap 3 tahun	2,5	-
Nilai sisa	5	3
Umur	12	6

5. Sebuah perusahaan manufaktur merencanakan akan menambah satu lini produknya yang diperkirakan memiliki aliran kas sebagai berikut:

Akhir tahun	Terima (juta rupiah)	Keluar (juta rupiah)	Aliran kas netto (juta rupiah)
0	0	-165	-160
1	10	-15	-5
2	24	-10	14
3	75	-2	73
4	75	-1	74
5	76	-1	75

Tanda (-) menunjukkan aliran kas keluar

Gunakan $i = 10\%$ untuk menghitung nilai sekarang (p) dari investasi lini produk baru tersebut. Apakah investasi tersebut layak secara ekonomis?

6. Seorang pemilik mesin fotocopy merk terbaik sedang memikirkan untuk menjual atau menyewakan mesin yang dimilikinya. Bila mesin itu dijual sekarang maka harganya adalah Rp. 9 juta. Bila mesin itu disewakan ia akan mendapatkan penghasilan Rp. 3 juta tahun pertama, Rp. 2,5 juta tahun kedua dan seterusnya turun tiap tahun sebesar Rp. 0,5 juta. Bila umur ekonomis mesin fotocopy itu diperkirakan masih 6 tahun dan nilai sisanya Rp. 1 juta diakhir umur ekonomisnya, apakah sebaiknya mesin itu dijual atau disewakan? Gunakan $i = 11\%$.
7. Sebuah museum yang luas atapnya adalah $10.000 m^2$ sudah berusia cukup tua sehingga atapnya harus diganti. Ada 2 alternatif atap yang bisa dipakai. Pertama adalah slate yang harga per meter perseginya adalah Rp. 30.000. biaya perawatannya adalah Rp. 500.000 per tahun mulai tahun ke 30.

(diasumsikan tidak perlu perawatan sebelum itu). Atap slate ini harus diganti setelah 100 tahun. Alternatif kedua menggunakan slate imitasi yang harganya adalah Rp. 15.000 per meter persegi. Umur ekonomis 50 tahun dan biaya perawatannya Rp. 4000.000 per tahun mulai tahun ke sepuluh. Dengan menggunakan tingkat bunga 10% per tahun tentukan alternatif mana yang seharusnya dipilih.

8. Sebuah gudang dari perusahaan pengolahan rotan membutuhkan terlalu banyak energi untuk proses pemanasan dan pendinginan karena proses insulasinya ternyata kurang efisien. Perusahaan akan berusaha menanggulangi

Akhir tahun	0	1	2	3	4	5	6
Aliran kas (juta rupiah)	-30	8	8	8	6	6	6

perrmasalahan ini dengan mencoba memasang sistem insulasi baru yang lebih baik. Asa 2 alternatif yang sedang

ddipertimbangkan. Alternatif pertama adalah sistem insulasi busa yang harganya Rp. 65 juta dengan masa pakai 6 tahun dan nilai sisa Rp. 13 juta. Perawatannya dibutuhkan setiap 2 tahun dengan biaya Rp. 2 juta tiap kali perawatan. Penghematan energy yang dihasilkan adalah 14 juta per tahun. Alternatif kedua menggunakan insulasi filter glass yang harganya Rp. 40 juta dengan masa pakai 4 tahun dan nilai sisa Rp. 4 juta. Disamping itu diperlukan perawatan tiap tahun dengan biaya Rp. 600.000. penghematan energy yang bisa dihasilkan adalah Rp. 11 juta per tahun. Dengan tingkat bunga 10% per tahun pakailah metode nilai seragam (EUAC) untuk menetapkan alternatif yang lebih baik.

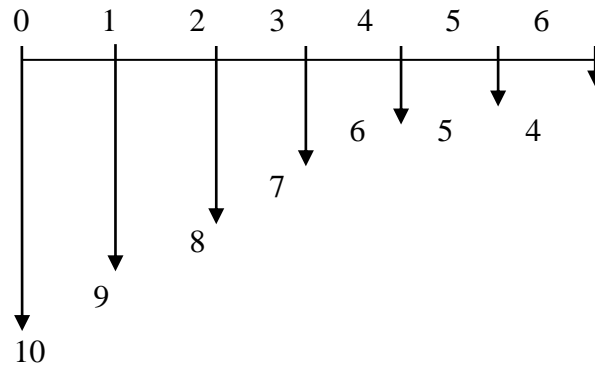
9. Perhatikan aliran kas berikut ini:

- a. Carilah nilai sekarang (Present Worth) dengan mengubah-ubah tingkat bunga dari 0% sampai 15% pertahun. Kemudian plot nilai P dalam grafik sebagai fungsi dari bunga (bunga sebagai sumbu horizontal dan P sebagai sumbu vertikal)
 - b. Kesimpulan apa yang bisa anda dapatkan dari grafik tersebut?
- 10.** Sebuah mesin A memiliki biaya awal Rp. 50 juta. Estimasi umurnya 12 tahun dengan nilai sisa Rp. 14 juta. Estimasi biaya tahunan untuk operasi dan perawatan adalah 6 juta pada tahun pertama dan selanjutnya naik Rp. 300 ribu setiap tahun. Alternatif kedua adalah mesin B dengan biaya awal Rp. 30 juta tanpa nilai sisa dengan umur 10 tahun. Estimasi biaya tahunan untuk operasi dan perawatan adalah Rp. 8 juta untuk tahun pertama dan selanjutnya naik Rp. 500 ribu per tahun. Pajak pendapatan tambahan yang dikenakan pada mesin A adalah Rp. 300 ribu pada tahun pertama dan naik Rp. 80 ribu tiap tahun. Dan tingkat bunga 12% bandingkan kedua alternatif dengan menghitung deret seragam yang dihasilkan (EUAC).
- 11.** Sebuah alat memiliki harga dan biaya instalasi Rp. 50 juta dengan masa pakai 5 tahun. Dengan menambah sebuah komponen tertentu pada alat tersebut maka masa pakainya menjadi 10 tahun dan terjadi pengurangan biaya perawatan sebesar Rp. 2 juta per tahun. Dengan tingkat bunga 15% per tahun berapa harga maksimal komponen tambahan tersebut yang bisa ditolerir untuk dipasang?
- 12.** Untuk mengerjakan mesin yang dipakai, PT. ABCTEX membeli motor-motor listrik yang memiliki harga awal masing-masing Rp. 4,5 juta. Motor-motor listrik tersebut memiliki masa pakai ekonomis antara 12 sampai 15 tahun. Apabila motor-motor tersebut diganti (dijual) pada umur 12 tahun maka nilai sisanya adalah Rp. 0,6 juta dan bila diganti pada umur 15 tahun maka nilai sisanya turun menjadi 0,2 juta. Setiap motor membutuhkan ongkos perawatan Rp. 1 juta pada tahun pertama dan selanjutnya naik Rp. 0,5 juta tiap tahun

sampai diganti. Gunakan MARR 12% untuk menentukan apakah motor tersebut diganti pada umur 12 tahun atau 15 tahun.

- 13.** PT. XYZ adalah industri manufaktur yang membuat produk-produknya teknologi rendah dan menggunakan tenaga kerja yang berketrampilan rendah. Karena terjadi peningkatan permintaan yang membutuhkan produk yang lebih cepat dan presisi maka manajemen memikirkan untuk menerapkan otomatisasi proses produksinya. Sebagai akibatnya, tenaga kerja yang tadinya berjumlah 175 orang hanya akan dibutuhkan 50 juta orang saja untuk mengoperasikan mesin-mesin otomatis tersebut. Pada saat ini (dengan 175 tenaga kerja) upah tahunan yang harus dibayar perusahaan adalah Rp. 50 juta dan jaminan kesejahteraan sebesar Rp. 0,7 juta per tahun per orang. Ongkos pemeliharaan pabrik sebesar Rp. 4 juta per tahun. Apabila PT. XYZ ini melakukan otomatisasi maka ongkos awal yang harus dikeluarkan adalah Rp. 500 juta, ongkos perawatan pabriknya menjadi 6 juta dan juga dibutuhkan tambahan biaya energi sebesar Rp. 2 juta per tahun. Upah tenaga kerja menjadi rata-rata Rp. 4 juta per tahun per orang dengan tunjangan kesejahteraannya rata-rata Rp. 4 juta per tahun per orang dengan tunjangan kesejahteraannya adalah rata-rata Rp. 1 juta per tahun per orang. Estimasi umur ekonomis dari mesin-mesin otomatis tersebut adalah 25 tahun dengan nilai sisa Rp. 40 juta. Dengan MARR 20% hitunglah ongkos tahunan (deret seragam) dari kedua alternatif diatas (tetap dengan sistem semula atau diotomatisasi) dan tentukan mana alternatif yang lebih menguntungkan.
- 14.** Seorang alumnus teknik industri ITS merencanakan untuk memberikan beasiswa dalam jangka waktu yang tak terhingga sebesar Rp. 20 juta per tahun. Beasiswa pertama akan diberikan 10 tahun dari sekarang. Untuk itu ia harus mentransfer uangnya ke bank pada penyeteroran yang pertama (tahun depan)?
- 15.** Perhatikan aliran kas berikut ini (nilainya dalam puluhan juta). Bila uang tadi akan diambil mulai tahun kesepuluh sampai waktu yang tak terhingga

tentukan besarnya uang yang bisa diambil dengan jumlah yang sama tiap tahun. Tingkat bunga adalah 12% per tahun.



Gambar 4.3. untuk soal No.15

- 16.** Sebuah investasi membutuhkan biaya awal Rp. 130 juta. Investasi ini hanya akan berumur 15 tahun dan pada akhir umurnya bisa dilelang dengan Rp. 18 juta. Pendapatan yang dijanjikan dengan investasi ini layak diterima apabila anda analisis dengan metode payback period (a) dengan mengabaikan bunga, (b) dengan memakai tingkat bunga 18%?

Bab 5

Metode Rate of Return (ROR)

POKOK BAHASAN

5.1 Perhitungan Rate of Return (ROR)

5.2 Multiple Rate of Return

5.3 Analisis ROR Meningkat

5.4 Analisis ROR Meningkat dengan Metode Diagram Jaringan Smith

5.1 Perhitungan Rate of Return (ROR)

Apabila kita melakukan suatu investasi maka ada saat tertentu dimana terjadi keseimbangan antara semua pengeluaran yang terjadi dengan semua pendapatan yang diperoleh dari investasi tersebut. Keseimbangan ini akan terjadi pada tingkat pengembalian (yang sering dinyatakan sebagai tingkat bunga) tertentu. Tingkat bunga yang menyebabkan terjadinya keseimbangan antara semua pengeluaran dan semua pemasukan pada suatu periode tertentu disebut dengan rate of return yang biasa disingkat dengan ROR. Dengan kata lain, ROR adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai NPW (net present worth) dari suatu investasi sama dengan nol. Secara matematis hal ini bisa dinyatakan:

$$NPW = \sum_{t=0}^N F_t (1 + i)^{-t} = 0 \quad (5.1)$$

Dimana:

NPW = net present worth

F_t = aliran kas pada periode t

N = umur proyek atau periode studi dari proyek tersebut

i^* = nilai ROR dari proyek atau investasi tersebut

karena F_t pada persamaan (5.1) bisa bernilai positif maupun negatif maka persamaan ROR dapat juga dinyatakan:

$$NPW = PW_R - PW_E = 0 \quad (5.2)$$

Atau

$$\sum_{t=0}^N R_t (P / F, i\%, t) - \sum_{t=0}^N E_t (P / F, i\%, t) = 0 \quad (5.3)$$

Dimana:

PW_R = nilai present worth dari semua pemasukan (aliran kas positif)

PW_E = nilai present worth dari semua pengeluaran (aliran kas negatif)

R_t = penerimaan netto yang terjadi pada period ke-t

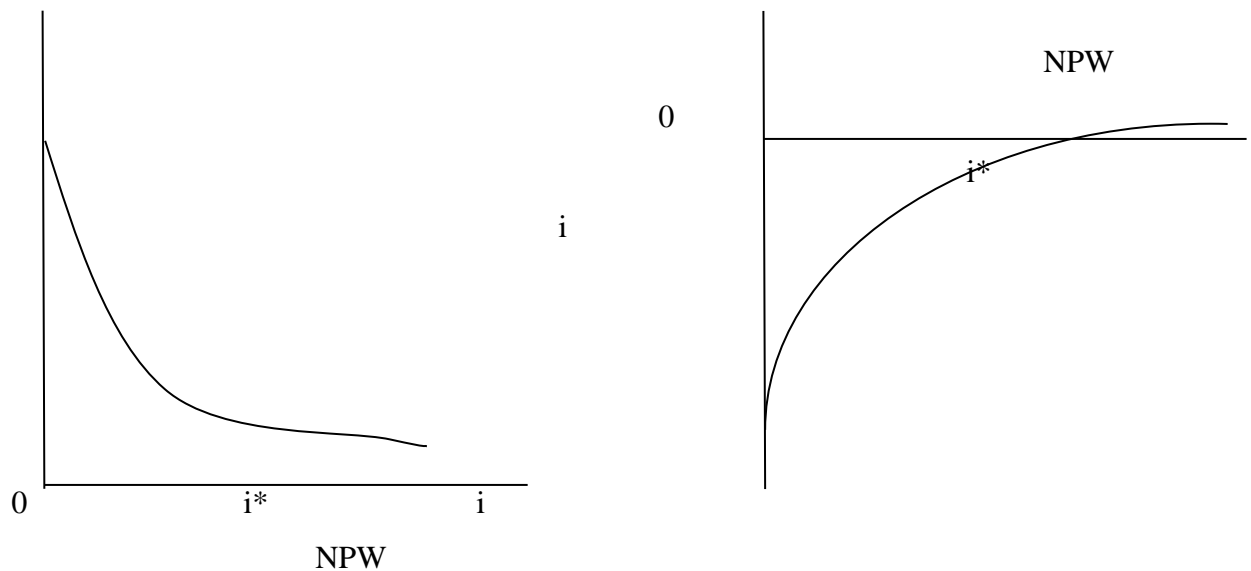
E_t = pengeluaran netto yang terjadi pada period ke-t, termasuk investasi awal (P)

Disamping menggunakan nilai present worth, perhitungan ROR juga bisa dilaksanakan dengan deret seragam (annual worth) sehingga akan berlaku hubungan:

$$EUAR - EUAC = 0$$

Dimana EUAR (equivalent uniform annual revenue) adalah deret seragam yang menyatakan pendapatan (aliran kas masuk) per tahun dan EUAC (equivalent uniform annual cost) adalah deret seragam yang menyatakan pengeluaran (aliran kas keluar) per tahun. Dalam prakteknya, analisis dengan nilai present worth lebih umum digunakan daripada metode deret seragam. Apabila kita menghitung NPW sebagai fungsi dari i maka kita akan mendapatkan nilai NPW yang jumlahnya tak terbatas (kontinyu). Semakin tinggi i yang kita pakai, nilai NPW bisa semakin kecil dan mungkin juga semakin besar, tergantung pada konfigurasi aliran kas dari investasi tersebut. Apabila hubungan antara i dengan NPW diplot dalam suatu grafik maka secara umum akan tampak seperti Gambar 5.1 (a) atau (b). terlihat dalam grafik tersebut bahwa NPW tidak berhubungan secara linier dengan i . namun dalam prakteknya, sering kali kita harus melakukan interpolasi dengan menganggap bahwa

hubungan tersebut terjadi secara linier. Ilustrasi ini akan terlihat pada contoh soal yang diberikan pada bab ini.

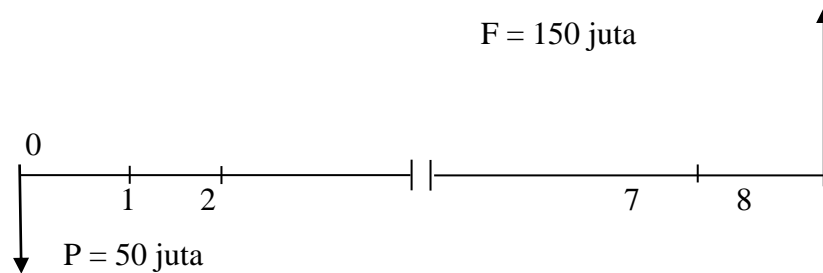


Gambar 5.1. Tipe grafik hubungan antara i dengan NPV dan posisi i^* (ROR)

Ada beberapa ROR yang dikenal dalam ekonomi teknik antara lain internal rate of return (IRR), dan explicit reinvestment rate of return (ERR), dan dan explicit reinvestment rate of return (ERRR). Disebut IRR apabila diasumsikan bahwa setiap hasil yang diperoleh langsung diinvestasikan kembali dengan tingkat ROR yang sama. Bila hasil yang diperoleh diinvestasikan pada proyek yang lain dengan ROR yang berbeda maka rate of return ini disebut ERR. Sedangkan ERRR digunakan pada permasalahan dimana terdapat investasi lump sum tunggal

yang diikuti dengan aliran kas netto positif seragam pada akhir setiap periode selama umur proyek atau investasi tersebut.

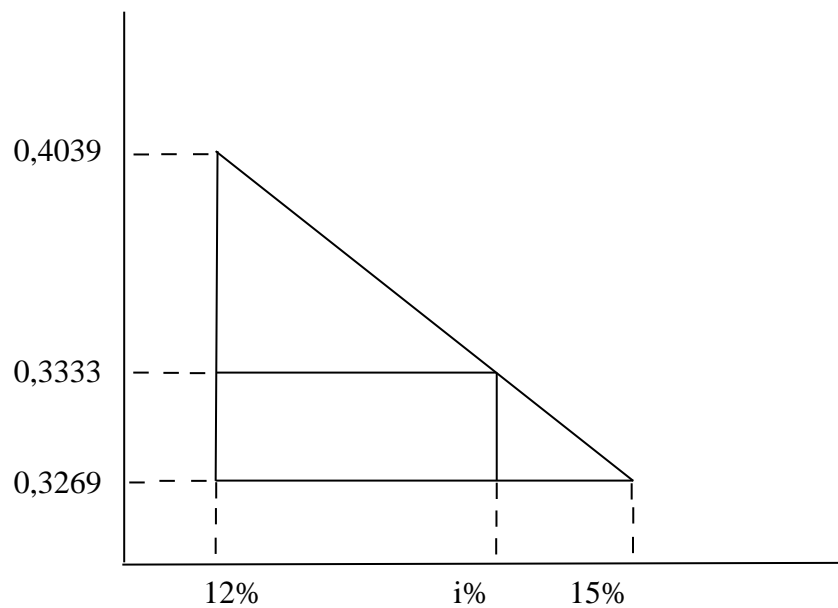
Pada buku ini hanya IRR yang akan dibahas.



Gambar 5.2. Diagram aliran kas untuk Contoh 5.1

Contoh 5.1

perhatikan aliran kas pada gambar 5.2. Hitunglah ROR dari aliran kas tersebut.



Gambar 5.3. ilustrasi perbandingan segitiga untuk interpolasi linier

Solusi :

$$NPW = PW_R - PW_E = 0$$

$$= \text{Rp. 150 juta} - (P / F, i\%, 8) - \text{Rp. 50 juta} = 0$$

$$(P / F, i\%, 8) = \frac{50}{150} = 0,333$$

Dari persamaan bisa diketahui bahwa kita harus mencari nilai i sehingga $(P / F, i\%, 8) = 0,333$. Nilai i melalui tabel bunga.

Bila dimasukkan $i = 12\%$ akan diperoleh:

$$(P / F, 12\%, 8) = 0,4039$$

Bila dimasukkan $i = 15\%$ akan diperoleh:

$$(P / F, 15\%, 8) = 0,3269$$

Dengan demikian maka nilai $(P / F, i\%, 8) = 0,333$ akan diperoleh pada i antara 12% dan 15% . dari sini kita melakukan interpolasi linier (perhatikan gambar 5.3) sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\frac{15 - i}{15 - 12} = \frac{0,3333 - 0,3012}{0,3829 - 0,3012}$$

$$\frac{15 - i}{3} = \frac{0,0321}{0,0817}$$

$$15 - i = \frac{3 \times 0,321}{0,0817}$$

$$15 - i = 1,179$$

$$i = 15 - 1,179$$

$$i = 13,821 \%$$

jadi, ROR dari aliran kas diatas adalah $13,821\%$.

Contoh 5.2

Perhatikan diagram aliran kas pada gambar 5.4. Tentukanlah ROR dari aliran kas

Tersebut.

Solusi:

$$\begin{aligned} NPW &= A(P/A, i\%, 8) + F(P/F, i\%, 8) - P = 0 \\ &= 5 \text{ juta}(P/A, i\%, 8) + 100 \text{ juta}(P/F, i\%, 8) - 50 \text{ juta} = 0 \end{aligned} \quad (5.5)$$

Untuk mendapatkan nilai i sehingga persamaan tersebut terpenuhi (ruas kiri sama dengan nol) maka kita mungkin harus mencoba berbagai nilai i karena disini kita dihadapkan pada dua faktor yaitu P/A dan faktor P/F dalam satu persamaan. Agar tidak terlalu banyak mencoba maka kita perlu melakukan suatu pendekatan dengan menganggap aliran kas terjadi tanpa bunga sehingga kedua faktor yang berbeda tadi bisa di konversi menjadi satu. Misalkan kita ingin mengkonversi P/A dan P/F menjadi P/F saja maka kita harus mengubah aliran kas seragam sebesar $A=5$ juta menjadi F sehingga menjadi:

$$F = 100 \text{ Juta} + 8 \times 5 \text{ juta} = 140 \text{ Juta}$$

Karena kenyataan nya nilai-nilai A tadi berbunga maka F tentu lebih besar dari 140 juta, sehingga agar pendekatan kita tidak terlalu menyimpang kita sesuaikan secara kasar nilai F menjadi 160 Juta. Dari sini akan di peroleh persamaan:

$$\begin{aligned} 160 \text{ juta}(P/F, i\%, 8) &= 50 \text{ juta} \\ (P/F, i\%, 8) &= \frac{50}{160} \end{aligned}$$

Nilai i yang mendekati persamaan (5.6) adalah 15%. Dengan demikian maka kita memasukkan $i = 15\%$ ke persamaan 6.5. sehingga di peroleh :

$$5 \text{ juta}(P/A, 15\%, 8) + 100 \text{ juta}(P/F, 15\%, 8) - 50 \text{ juta} = 0$$

$$5 \text{ juta}(3,8372) + 100 \text{ juta}(0,2326) - 50 \text{ juta} = 5,127 \text{ juta}$$

Karena ruas kiri persamaan di atas tidak sama dengan nol maka kita perlu mencoba nilai i yang lain di sekitar 15%, misalnya 20%, sehingga akan di peroleh:

$$5 \text{ juta } (P/A, 20\%, 8) + 100 \text{ juta } (P/F, 20\%, 8) - 50 \text{ juta} = 0$$

$$5 \text{ juta } (3,8372) + 100 \text{ juta } (0,2326) - 50 \text{ juta} = -7,554 \text{ juta}$$

Tabel 5.1. Data untuk melakukan interpolasi

I	PW(Juta rupiah)
15%	5,127
1%	0
20%	-7,554

Ruas kiri persamaan ini juga tidak sama dengan nol, namun dari sini kita bisa tahu bahwa nilai nol pada ruas kiri tersebut akan berada pada i antara 15% dan 20% sehingga kita bisa melakukan interpolasi (lihat tabel 5.1) sebagai berikut;

$$\frac{20\% - i}{20\% - 15\%} = \frac{-7,554 - 0}{-7,554 - 5,127}$$

$$12\% - i = 5\% \left[\frac{7,554}{12,681} \right]$$

.

$$i = 17,022\%$$

$$i = 20\% - 2,978\%$$

Suatu investasi di katakan layak untuk di laksanakan apabila ROR yang akan Dihasilkan lebih besar atau sama dengan MARR. Bila ada beberapa alternatif yang bersifat ‘Mutually exclusive’ dan sama-sama memiliki ROR yang lebih besar dar MARR maka akan proses pemilihannya di lakukan dengan metode ROR meningkat (incremental rate of return). Pembahasan tentang analisis ROR meningkat akan dimuat pada sub bab tersendiri.

5.2 Multiple Rate of Return

Pada pembahasan sebelumnya kita selalu berasumsi bahwa hanya ada satu nilai ROR untuk suatu aliran kas, dimana tanda aliran kas kumulatif hanya berubah sekali, biasanya dari negatif ke positif, sehingga hanya akan bertemu sekali pada garis horizontal (yang menyatakan $NPV=0$). Aliran kas yang seperti ini disebut dengan aliran kas konvensional. Apabila perubahan tanda aliran kas kumulatif tadi terjadi lebih dari sekali (sehingga ada lebih dari satu nilai ROR) maka aliran kas ini di namakan aliran kas non konvensional. Pada aliran kas non konvensional akan di peroleh ROR yang banyak nya sama atau lebih dari sedikit dari banyak nya perubahan tanda aliran kas kumulatif. Tabel 5.2 menunjukkan contoh aliran kas konvensional dan non konvensional selama 6 tahun.

Tabel 5.2 contoh aliran kas konvensional dan non konvensional

Tipe	Tanda aliran kas kumulatif pada periode							Jumlah Perubahan Tanda
	0	1	2	3	4	5	6	
Konvensional	-	+	+	+	+	+	+	1
Konvensional	+	+	+	-	-	-	-	1
Non Konvens	+	+	+	-	+	+	+	2
Non Konvens	-	+	-	-	+	+	+	3

Keterangan : + Berarti aliran kas positif pada periode ybs.

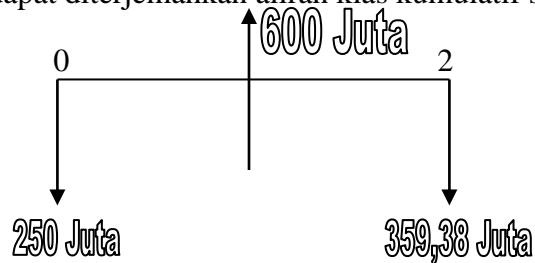
- Berarti aliran kas negatif pada periode ybs.

Contoh 5.3

Misalkan suatu proyek hanya berusia 2 tahun dengan aliran kas seperti pada Gambar 5.5. Hitunglah ROR dari proyek tersebut dan putuskan apakah proyek tersebut layak atau tidak?

Solusi :

Dari gambar tersebut dapat diterjemahkan aliran kas kumulatif seperti pada Tabel 5.3



Gambar 5.5 . Aliran kas untuk Contoh 5.3

Tabel 5.3. Aliran kas kumulatif dan gambar 5.5

Akhir Tahun	Aliran Kas Netto	Aliran Kas Kumulatif
0	-200,00 Juta	-250,00 Juta
1	+600,00 Juta	+350,00 Juta
2	-359,38 Juta	-9,38 Juta

Mengingat terjadi 2 kali perubahan tanda aliran kas kumulatif maka akan mungkin di peroleh 2 nilai ROR. Dengan analisis nilai present worth di peroleh :²

$$NPW = -250 \text{ Juta} + \frac{600 \text{ juta}}{(1+i)} - \frac{359,38 \text{ juta}}{(1+i)^2} = 0$$

Apabila kedua ras di kalikan $(1 + i)^2$ maka akan diperoleh (dalam jutaan rupiah):

$$-250(1 + i)^2 + 600 (1 + i) - 359,38 = 0$$

Atau

$$(1 + i)^2 - 2,40 (1 + i) + 1,4375 = 0$$

Misalkan $(1 + i) = a$, maka:

$$a^2 - 2,40a (1 + i) + 1,4375 = 0$$

Persamaan ini bisa diselesaikan dengan rumus abc sebagai berikut :

$$A_{1,2} = \frac{2,4 \pm \sqrt{(-2,4)^2 - 4 \times 1 \times 1,4375}}{2 \times 1}$$

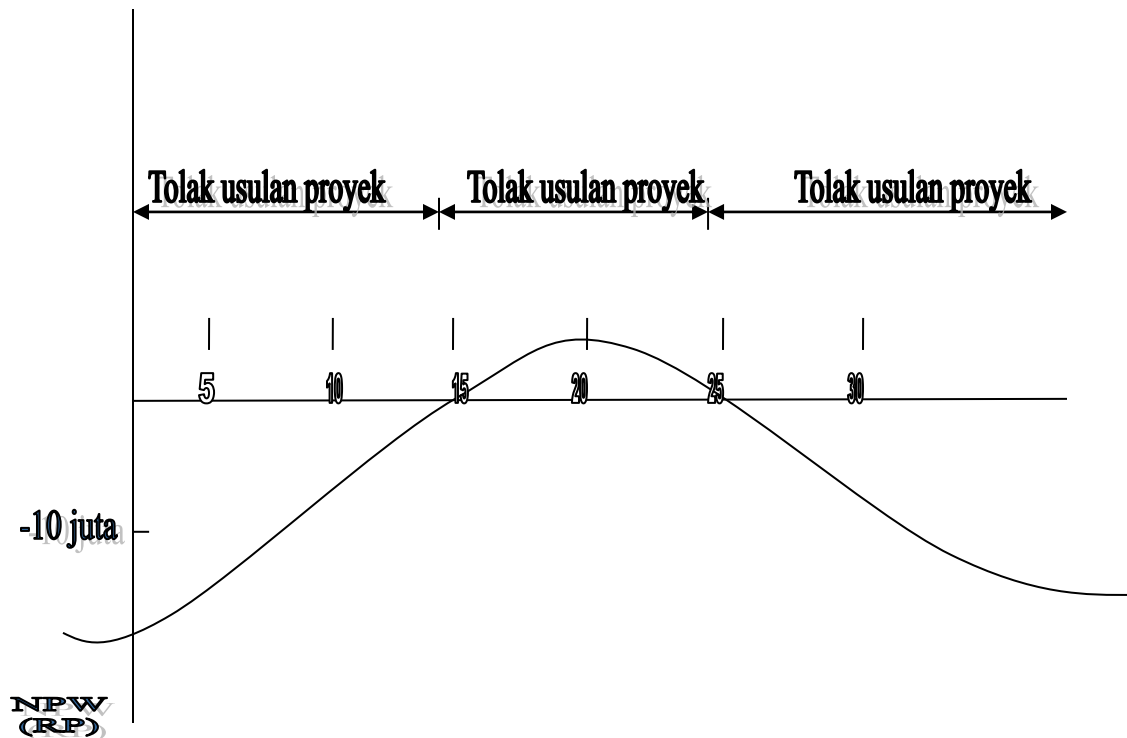
Dari sini di peroleh:

$a_1 = 1,15$ sehingga $i = 0,15$ atau 15%

$A_2 = 1,25$ sehingga $i = 0,25$ atau 25%

Secara Diadramatis hasilnya di tunjukkan pad gambar 5.6

Dengan mengetahui grafik atas maka akan bisa putusan bahwa proyek tersebut akan bisa di terima bila MARR berada antara 15% sampai 25%



Gambar 5.6 Grafik NPW sebagai fungsi dari bunga (ROR)

5.3 Analisis ROR Meningkat

Pada pembahasan-pembahasan sebelumnya kita telah membicarakan bahwa suatu alternatif akan bisa di terima apabila menghasilkan ROR lebih besar dari MARR. Pada kasus dimana terdapat sejumlah alternatif yang bersifat ‘Mutually exclusive’ maka pemilihan alternatif yang terbaik di antara alternatif-alternatif tersebut di lakukan dengan analisis ROR meningkat (incremental rate of return , disingkat IROR). IROR adalah suatu tingkat bunga (ROR) yang dihasilkan oleh suatu tambahan (incremental) investasi awal suatu alternatif bila dibandingkan dengan alternatif lain yang membutuhkan investasi awal yang lebih rendah. IROR juga disebut ROR marjinal (marginal ROR) dan investasi tambahan (incremental investment) juga disebut investasi marjinal (marginal investment).

Apabila suatu alternatif investasi A membutuhkan investasi awal sebesar Rp.10 juta dengan ROR 10% dan alternatif investasi B membutuhkan investasi awal sebesar Rp.150 juta dengan ROR 12% maka investasi tambahan bila kita membandingkan alternatif B terhadap alternatif A adalah Rp.50 juta. Dalam analisis ROR meningkat, kita harus mendapatkan ROR dari tambahan investasi sebesar Rp.50 juta ini untuk memutuskan apakah investasi B lebih baik dari investasi A. Apabila ROR ternyata lebih besar dari MARR maka yang akan dipilih adalah alternatif yang membutuhkan investasi lebih besar, dalam hal ini adalah B.

Secara prosedural, penentuan alternatif terbaik dengan analisis ROR meningkat dapat diringkas sebagai berikut:

1. Hitung ROR untuk masing-masing alternatif yang ada
2. Bandingkan ROR masing-masing alternatif dengan MARR yang di tetapkan dan buang alternatif yang ROR nya kurang dari MARR
3. Urutkan alternatif-alternatif yang ada (yang tidak terbuang pada langkah 2) berdasarkan besarnya investasi awal yang dibutuhkan , mulai dari yang terkecil.
4. Hitunglah penambahan investasi awal maupun penambahan aliran kas netto dari alternatif dengan investasi yang terkecil terhadap alternatif dengan investasi terkecil berikutnya (yang lebih besar), dan cari IROR dari peningkatan tersebut.

5. Bila IROR lebih besar atau sama dengan MARR ,pilih alternatif yang membutuhkan investasi yang lebih besar, dan bila IROR kurang dari MARR, pilih alternatif yang membutuhkan biaya investasi yang lebih kecil.
6. Kembali lagi ke langkah 5 sampai akhirnya tinggal satu alternatif saja.

Contoh 5.4

Untuk pengembangan sebuah supermarket, seorang investor sedang mempertimbangkan 5 lokasi yaitu A,B,C,D dan E. Data dari investasi awal dan pendapatan tahunan dari kelima alternatif tersebut terlihat pada Tabel 5.4. Semua alternatif diperkirakan berumur 5 tahun. Tentukanlah alternatif mana yang terbaik menurut metode ROR meningkat bila MARR adalah 6% pertahun.

Tabel 5.4 Data investasi untuk Contoh 5.4

Alternatif	A	B	C	D	E
Investasi (juta rupiah)	400	100	300	200	500
Pendapatan/tahun	105	35	76	60	125

Solusi:

1. Langkah pertama adalah menghitung ROR masing-masing alternatif(kata-kata rupiah dan juta untuk sementara tidak penyederhanaan penulisan).

$$NPW=150(P/A, 1\%,5) - 400=0$$

$$\begin{aligned} \text{A. } (P/A, 1\%, 5) &= \frac{400}{105} = 3,81 \\ i &= 10\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B. } (P/A, 1\%, 5) &= \frac{100}{35} = 2,86 \\ i &= 22\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C. } (P/A, 1\%, 5) &= \frac{300}{76} = 3,95 \\ i &= 8,5\% \end{aligned}$$

$$D. (P/A, 1\%, 5) = \frac{200}{60} = 3,33$$

$$i = 15,5\%$$

$$E. (P/A, 1\%, 5) = \frac{500}{125} = 4$$

$$i = 7,5\%$$

2. Karena semua alternatif memberikan ROR lebih besar dari MARR maka semua alternatif tersebut dilibatkan dalam perhitungan IROR.
3. Alternatif-alternatif tersebut diurutkan berdasarkan kenaikan investasi sehingga diperoleh Tabel 5.5

Tabel 5.5 Urutan alternatif-alternatif yang layak

Alternatif	A	B	C	D	E
Investasi (juta rupiah)	100	200	300	400	500
Pendapatan/tahun	35	60	76	105	125

5.4 Analisis ROR Meningkat dengan Metode Diagram Jaringan Smith

Apabila ada sejumlah alternatif yang bersifat ‘mutually exclusive’ dan MARR tidak diketahui dengan cara kondisional. Analisis dengan diagram jaringan smith digunakan untuk permasakahan yang seperti ini.

Diagram jaringan smith merupakan suatu bangun segi n tertutup dimana n adalah jumlah alternatif yang ada. Jadi bila ada 3 alternatif maka gambar diagram nya berbentuk segi tiga, bila ada 5 alternatif akan berbentuk segi lima, dan seterusnya. Sudut-sudut segi n tersebut di urutkan sesuai dengan meningkatnya ongkos investasi. Dengan kata lain , sudut pertama selalu menunjukkan alternatif dengan investasi yang ongkosnya paling rendah. Sisi setiap segi n di hubungkan dengan garis yang bertanda panah menuju sudut dengan kebutuhan investasi yang lebih besar dan setiap garis tersebut disertai angka yang menunjukkan IROR dari alternatif-alternatif yang dihubungkan.

Sesuai dengan metode Smith, alternatif terbaik bisa diperoleh secara grafis dengan mulai dari sudut pertama bergerak menuju ke garis IROR terbesar yang berasal dari sudut tersebut. Lintasan yang terpilih ditandai dengan panah yang berupa garis putus-putus. Apabila MARR lebih besar dari IROR pada lintasan yang bersangkutan maka alternatif terbaik adalah alternatif yang membutuhkan biaya investasi yang lebih rendah. Selanjutnya mulai dari sudut kedua (titik akhir dari tanda panah putus-putus) yang dipilih melalui IROR terbesar dari titik tersebut. Proses ini diulang terus sampai alternatif dengan kebutuhan investasi terbesar di lalui.

Apabila alternatif 'do nothing' di pertimbangkan maka proses dilakukan dengan cara yang sama, hanya saja sudut awalnya adalah alternatif 'do nothing' ini dan tentunya bangun diagram berubah dari segi n menjadi segi $n+1$.

Contoh 5.5

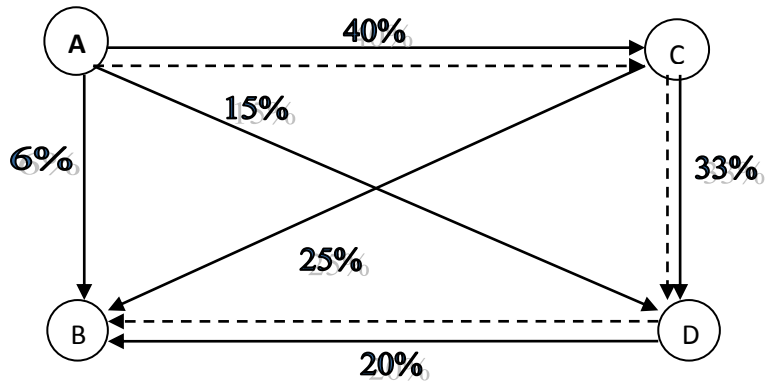
Misalkan ada 4 alternatif investasi, yaitu A, B, C, dan D dengan investasi awal masing-masing Rp.100 juta, 200 juta, 300 juta dan 400 juta. Semua proyek bersifat 'mutually exclusive' dan MARR tidak diketahui. Umur Proyek sama semua yaitu 5 tahun. Data-data tentang ongkos, nilai sisa, dan sebagainya dicantumkan, namun diasumsikan bahwa IROR antar semua alternatif adalah seperti yang tercantum pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Data untuk contoh 5.5

Alternatif	OngkAwal (juta rupiah)	IROR (%)		
		A	B	C
A	100			
B	200	40		
C	300	15	33	
D	400	6	25	20

Tabel dibaca dari kiri ke kanan sehingga kita selalu membandingkan alternatif pada kolom kiri dengan alternatif pada garis atas. Nilai IROR hanya diberikan bila investasi pada kolom yang sebelah kiri lebih besar dari pembandingnya yang berada di sebelah atas. Angka 40 misalnya, menunjukkan bahwa investasi Rp.100

juta (peningkatan B atas A) akan menghasilkan IROR 40%. Dengan menggunakan diagram jaringan smith, tentukanlah alternatif yang terbaik bila alternatif 0 (do nothing) di anggap tidak ada.



Gambar 5.7 Diagram Smith untuk Contoh 5.5

Solusi :

Bila Alternatif 0 diabaikan maka hanya ada 4 alternatif sehingga diagramnya berupa segiempat seperti pada Gambar 5.7:

Proses mulai dari titik A. Lintasan yang dipilih adalah AB karena IROR terbesar adalah pada lintasan ini, yaitu 40% ($AC = 15\%$ dan $AD = 6\%$).

Langkah selanjutnya kita mulai dari titik B. Ada dua lintasan yang bisa dipilih yaitu BC dan BD. Lintasan BC dipilih karena IROR-nya lebih besar (33% dibandingkan 25%). Saat ini kita berada di C. Satu-satunya lintasan yang bisa dipilih adalah CD. Dengan demikian maka langkah ini sudah selesai karena kita sudah berada di D yang merupakan alternatif dengan investasi terbesar. Dengan demikian maka lintasan yang dipilih adalah A-B-C-D. Keputusan yang dihasilkan akan bersifat kondisional seperti tercantum pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Keputusan dari Contoh 5.5

Bila	Pilih alternatif
$40\% < \text{MARR}$	A
$33\% < \text{MARR} < 40\%$	B
$20\% < \text{MARR} < 33\%$	C
$\text{MARR} < 20\%$	D

5.5 Soal

1. Seorang investor membeli sebidang tanah seharga Rp. 60 juta dan menjualnya 10 tahun kemudian dengan harga Rp. 240 juta. Pajak yang ditanggung oleh investor adalah Rp. 100 ribu pada tahun pertama, 150 ribu pada tahun kedua, dan seterusnya naik tiap tahun sebesar Rp. 50 ribu. Berapakah ROR dari tanah tersebut?
2. Apabila pajak pada soal 1 adalah Rp. 200 ribu pada tahun pertama dan naik tiap tahun sebanyak Rp. 50 ribu sampai tahun ke lima, sedangkan mulai tahun ke enam beban pajak adalah Rp. 400 ribu per tahun, hitunglah ROR yang dihasilkan oleh tanah tersebut.
3. Seorang bapak akan menginvestasikan uangnya sejumlah Rp. 10 juta pada sebuah perusahaan kecil. Ia mengestimasi akan memperoleh deviden setiap akhir tahun sebesar Rp. 3 juta selama 4 tahun dan pada akhir tahun

keempat ia juga bias menarik modal awalnya. Hitunglah ROR dari investasi tersebut.

4. Sebuah proyek diestimasikan memiliki aliran kas selama 5 tahun seperti pada Tabel 5.8

Tabel 5.8. Tabel untuk Soal 4

Tahun	0	1	2	3	4	5
Aliran kas (Juta)	-10	10	0	0	30	30

- a. Hitung dan plot nilai sekarang (PW) pada tingkat bunga 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40%.
 - b. Perkirakan nilai ROR dari grafik tersebut.
 - c. Gunakan persamaan ROR untuk menentukan nilai ROR dari aliran kas tersebut.
5. Sebuah peralatan untuk pekerjaan kontraktor dibeli seharga Rp. 18 juta. Umur alat tersebut adalah 5 tahun dengan nilai sisa Rp. 2 juta. Data tentang pendapatan dan pengeluaran tahunan dicantumkan pada Tabel 5.9
 - a. Hitunglah ROR dari aliran kas tersebut.
 - b. Apakah investasi ini diterima bila $MARR = 12\%$.

Tabel 5.9. Tabel untuk soal 5

Akhir Tahun	Penerimaan	Nilai sisa	Pengeluaran	Aliran Kas netto
0	-	-	-18,0 juta	-18,0 juta
1	10,0 juta	-	6,2 juta	3,8 juta
2	11,5 juta	-	6,0 juta	5,5 juta
3	11,5 juta	-	5,9 juta	5,6 juta
4	10,5 juta	-	6,0 juta	4,5 juta
5	9,5 juta	2,0 juta	6,5 juta	5,0 juta

6. Perusahaan X membeli sebuah tangki dengan meminjam uang sebesar Rp. 30 juta. Pinjaman ini akan dilunasi dengan pembayaran seragam tiap tahun selama 4 tahun dengan bunga 12%. Tangki tersebut diestimasikan bisa dipakai selama 9 tahun dengan nilai sisa Rp. 2 juta. Pengeluaran untuk operasional dan perawatan diperkirakan Rp. 9 juta per tahun, sedang penghematan yang

bisa diperoleh adalah Rp. 15 juta per tahun. Hitunglah ROR yang dihasilkan. Apabila MARR adalah 15% per tahun, apakah investasi tangki tersebut layak dilakukan?

7. Sebuah perusahaan membeli komputer analog seharga Rp. 30 juta. Komputer ini akan bisa dipakai selama 4 tahun dan akhirnya akan dijual dengan perkiraan harga saat itu Rp. 2 juta. Pengeluaran per tahun untuk operasional dan perawatan adalah Rp. 6 juta per tahun. Komputer ini dipakai untuk mengganti sistem lama yang membutuhkan biaya Rp. 16 juta per tahun. Hitung ROR yang diperoleh. Dengan MARR = 15%, tentukan apakah keputusan yang akan diambil perusahaan untuk mengganti sistem manual dengan komputer bisa menguntungkan secara ekonomis.

Tabel 5.10. Tabel untuk Soal no 8

	A	B	C
ongkos awal	20 juta	25 juta	38,0 juta
ongkos tahunan	5 juta	4 juta	3,9 juta
pendapatan tahunan	11 juta	12 juta	12,0 juta
umur	5 tahun	5 tahun	5 tahun

8. Sebuah perusahaan sedang mempertimbangkan 3 alternatif (A, B, C) yang bersifat mutually exclusive. Ongkos awal, ongkos operasional, pendapatan, dan umur alternatif diperlihatkan pada Tabel 5.10
Tentukan alternatif mana yang akan dipilih bila MARR = 12% dengan metode rate of return meningkat.
9. Dari alternatif-alternatif berikut, pilihlah yang terbaik dengan metode analisis ROR meningkat bila MARR = 14% dan umur proyek 15 tahun. Asumsikan bahwa harga tanah akan tertutupi pada saat proyek berakhir.
10. Kelima mesin pada Tabel 5.11 bisa digunakan untuk proses produksi lilin. Semua mesin memiliki umur 10 tahun. Data-data ongkos mesin juga terlihat pada Tabel 5.11. Dengan MARR 18%, tentukanlah alternatif yang terbaik dengan metode ROR meningkat.

Tabel 5.11. Tabel untuk Soal no 10

	Mesin				
	1	2	3	4	5
Ongkos awal	28 juta	33 juta	22 juta	51 juta	48 juta
Ongkos tahunan	20 juta	18 juta	25 juta	12 juta	14 juta

11. Misalkan ada 5 proyek yang bersifat 'mutually exclusive' sedang dipertimbangkan dan perusahaan harus memilih salah satu dari kelima yang ada (alternatif do nothing tidak dipertimbangkan). MARR tidak diketahui dan data IROR dari semua alternatif adalah seperti pada Tabel 5.12. (Keterangan : 0 berarti alternatif 'do nothing').

Tabel 5.12. Tabel untuk soal 11

Alternatif	IROR (%)				
	O	A	B	C	D
A	26				
B	28	9			
C	29	27	4		
D	19	15	21	21	
E	32	2	19	12	8

12. Selesaikan kembali soal 11 bila alternatif 0 diperbolehkan untuk dipilih. Investor membeli sebidang tanah seharga Rp. 60 juta dan menjualnya 10 tahun kemudian dengan harga Rp. 240 juta. Pajak yang ditanggung oleh investor adalah Rp. 100 ribu pada tahun pertama, 150 ribu pada tahun kedua, dan seterusnya naik tiap tahun sebesar Rp. 50 ribu. Berapakah ROR dari tanah tersebut?

BAB VI

ANALISIS TITIK IMPAS DAN ANALISIS SENSITIVITAS

Pokok Bahasan

- 6.1. Pendahuluan
- 6.2. Analisis Titik Impas
 - 6.2.1. Analisis Titik Impas pada Permasalahan Produksi
 - 6.2.2. Analisis Titik Impas pada Pemilihan Alternatif Investasi
 - 6.2.3. Analisis Titik Impas pada Keputusan Buat-Beli
- 6.3. Analisis Sensitivitas
- 6.4. Soal

6.1. Pendahuluan

Pada bab-bab terdahulu selalu diasumsikan bahwa nilai-nilai parameter dari model ekonomi teknik diketahui dengan pasti. Pada kenyataannya, berbagai parameter seperti horizon perencanaan, MARR, aliran kas, dan sebagainya hanya tersedia dalam bentuk estimasi yang masih mengandung ketidakpastian.

Faktor-faktor yang mengakibatkan ketidakpastian cukup banyak jumlah maupun variasinya. Secara umum ada empat faktor yang dianggap menjadi sumber ketidakpastian yang hamper selalu muncul dalam studi ekonomi teknik, yaitu:

1. Kemungkinan estimasi yang tidak akurat digunakan dalam studi atau analisis. Apabila hanya tersedia sedikit sekali informasi-informasi faktual tentang aliran kas masuk maupun keluar maka estimasi akan bisa akurat, tergantung

pada cara estimasi yang digunakan. Estimasi yang diperoleh dengan prosedur-prosedur ilmiah yang mempertimbangkan berbagai faktor secara sistematis tentu akan lebih baik daripada yang sekedar diperkirakan.

2. Tipe bisnis dan kondisi ekonomi masa depan. Beberapa tipe bisnis akan mengandung ketidakpastian yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe bisnis yang lain. Perusahaan-perusahaan hiburan misalnya, relatif menanggung ketidakpastian yang lebih tinggi dari perusahaan grosir yang besar. Ketidakpastian ini akan bertambah tinggi bila data-data historis tidak tersedia dan kondisi ekonomi mendatang berubah cukup dramatis karena siklus bisnis yang sulit dikendalikan.
3. Tipe pabrik dan peralatan yang digunakan. Fasilitas-fasilitas produksi yang dirancang untuk fungsi-fungsi khusus relatif lebih tinggi risikonya dibandingkan dengan fasilitas-fasilitas untuk fungsi umum (general purpose). Cara mengestimasi aliran kas masuk maupun keluar dari kedua tipe ini juga tidak sama.
4. Panjang periode studi (horizon perencanaan) yang dipakai. Semakin panjang periode studi (pada kondisi lain yang tetap) maka ketidakpastian akan semakin tinggi juga.

Ada beberapa cara atau metode yang bisa digunakan untuk menangani ketidakpastian yang diakibatkan oleh empat faktor di atas. Diantara metode-metode tersebut adalah:

1. Analisis Titik Impas (Break Even Analysis). Analisis ini digunakan apabila pemilihan alternatif sangat dipengaruhi oleh satu faktor tunggal yang tidak pasti, misalnya utilisasi kapasitas. Titik impas dari faktor tersebut akan ditentukan sedemikian sehingga kedua alternatif sama baiknya ditinjau dari sudut pandang ekonomi. Dengan mengetahui titik impas maka akan bisa ditentukan alternatif yang lebih baik pada suatu nilai tertentu dari faktor yang tidak pasti tersebut.

2. Analisis Sensitivitas. Analisis sensitivitas cocok diaplikasikan pada permasalahan yang mengandung satu atau lebih faktor ketidakpastian, pertanyaan utama yang akan dijawab pada analisis sensitivitas adalah (1) bagaimana pengaruh yang timbul pada ukuran hasil (misalnya nilai NPW) bila suatu faktor individual berubah pada selang X%, dan (2) berapakah besarnya perubahan nilai suatu faktor sehingga mengakibatkan keputusan pemilihan suatu alternatif bisa berubah.
3. Analisis Risiko. Apabila nilai-nilai suatu faktor dianggap mengikuti suatu distribusi probabilitas yang merupakan fungsi dari variabel random maka analisis risiko perlu dilakukan. Dengan mengetahui fungsi distribusi probabilitas dari hasil-hasil yang mungkin dicapai setiap alternatif maka pengambil keputusan akan bisa mengakomodasikan pertimbangan risiko dalam mengambil keputusan.

Pada bab ini akan dibahas analisis titik impas dan analisis sensitivitas. Analisis risiko akan dibahas pada bab tersendiri.

6.2. Analisis Titik Impas

Analisis titik impas adalah satu analisis dalam ekonomi teknik yang sangat populer digunakan terutama pada sector-sektor industri yang padat karya. Analisis ini akan berguna apabila seorang akan mengambil keputusan pemilihan alternatif yang cukup sensitif terhadap variabel atau parameter dan bila variabel-variabel tersebut sulit diestimasi nilainya. Melalui analisis titik impas seseorang akan bisa mendapatkan nilai dari parameter tersebut yang menyebabkan dua atau lebih alternatif dianggap sama baiknya, dan oleh karenanya bisa dipilih salah satu diantaranya. Nilai suatu parameter atau variabel yang menyebabkan dua atau lebih alternatif sama baiknya disebut nilai titik impas (break even point, disingkat BEP). Apabila nantinya pengambil keputusan bisa mengestimasi besarnya nilai aktual dari variabel yang

bersangkutan (lebih besar atau lebih kecil dari nilai BEP) maka akan bisa ditentukan alternatif mana yang lebih baik.

Metode titik impas ini bisa digunakan untuk melakukan analisis pada berbagai macam permasalahan, diantaranya adalah:

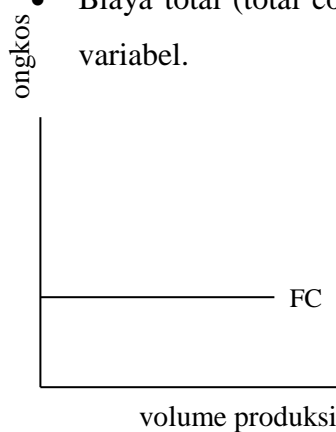
1. Menentukan nilai ROR dimana dua alternatif proyek sama baiknya. Misalkan kedua alternatif proyek tersebut sama baiknya pada ROR sebesar 12% maka titik impas dari ROR kedua alternatif tersebut adalah 12%. Bila ROR ternyata lebih besar atau lebih kecil dari 12% maka alternatif yang satu akan lebih baik dari alternatif yang lain.
2. Menentukan tingkat produksi dari dua atau lebih fasilitas produksi yang memiliki konfigurasi ongkos-ongkos yang berbeda sehingga pada tingkat tersebut ingkos tahunan yang terjadi adalah sama antara fasilitas yang satu dengan fasilitas yang lainnya. Misalkan dua alternatif fasilitas produksi akan mengakibatkan ongkos-ongkos tahunan yang sama pada tingkat produksi 2000 unit per tahun maka tingkat produksi 2000 unit per tahun ini disebut tingkat produksi impas. Bila ternyata perusahaan harus berproduksi pada tingkat 3000 unit per tahun atau 1500 unit per tahun maka salah satu alternatif tersebut akan lebih baik dari yang lainnya.
3. Melakukan analisis jual-beli. Pada tingkat produksi tertentu, biaya-biaya yang terjadi akan sama antara membeli suatu komponen atau membuatnya sendiri. Jadi, pada tingkat impas ini, pilihan untuk membuat sendiri suatu komponen atau peralatan akan sama efisiennya dengan pilihan untuk membelinya dari luar perusahaan. Bila perusahaan membutuhkan jumlah komponen yang lebih besar dari titik impas tadi maka biasanya biaya membuat akan lebih murah dari biaya membeli untuk tiap satu komponen.
4. Menentukan berapa tahun yang dibutuhkan. (atau berapa produk yang harus dihasilkan) agar perusahaan berada pada titik impas, yaitu biaya-biaya yang dikeluarkan sama persis dengan pendapatan-pendapatan yang diperoleh. Bila

suatu alternatif proyek bisa berproduksi di atas titik impas ini maka alternatif tersebut layak dilaksanakan.

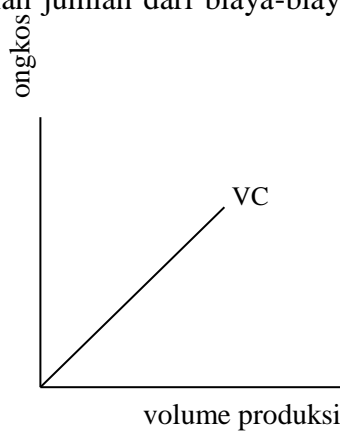
6.2.1 Analisis Titik Impas pada Permasalahan Produksi

Aplikasi analisis titik impas pada permasalahan produksi biasanya digunakan untuk menentukan tingkat produksi yang bisa mengakibatkan perusahaan berada pada kondisi impas. Untuk mendapatkan titik impas ini maka harus dicari fungsi-fungsi biaya maupun pendapatannya. Pada saat kedua fungsi tersebut bertemu maka total biaya sama dengan total biaya sama dengan total pendapatan. Dalam melakukan analisis titik impas, sering kali fungsi biaya maupun fungsi pendapatan diasumsikan linier terhadap volume produksi. Ada tiga komponen biaya yang dipertimbangkan dalam analisis ini yaitu:

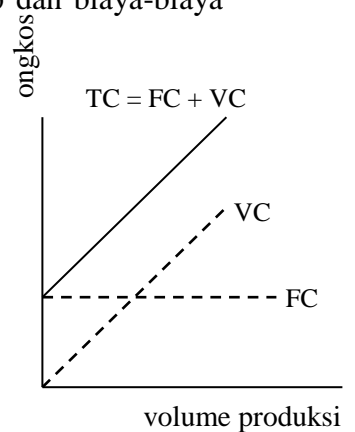
- Biaya-biaya tetap (fixed cost) yaitu biaya-biaya yang besarnya tidak dipengaruhi oleh volume produksi. Beberapa yang termasuk biaya tetap adalah biaya gedung, biaya tanah, biaya mesin dan peralatan, dan sebagainya.
- Biaya-biaya variabel (variabel cost) yaitu biaya-biaya yang besarnya tergantung (biasanya secara linier) terhadap volume produksi. Biaya-biaya yang tergolong biaya variabel diantaranya adalah biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung.
- Biaya total (total cost) adalah jumlah dari biaya-biaya tetap dan biaya-biaya variabel.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6.1 Grafik ongkos produksi, terdiri dari (a) ongkos tetap (FC), (b) ongkos variabel (VC), dan (c) ongkos total (TC). Bila digambar dalam grafik maka biaya-biaya tersebut terlihat seperti Gambar 6.1.

Bila dimisalkan X adalah volume produk yang dibuat, dan c adalah ongkos variabel yang terlibat dalam pembuatan satu buah produk maka ongkos variabel untuk membuat X buah produk adalah

$$VC = cX \quad (6.1)$$

Karena ongkos total adalah jumlah dari ongkos-ongkos tetap dan ongkos-ongkos variabel maka berlaku hubungan

$$\begin{aligned} TC &= FC + VC \\ &= FC + cX \end{aligned} \quad (6.2)$$

dimana:

TC = ongkos total untuk membuat X produk

FC = ongkos tetap

VC = ongkos variabel untuk membuat X produk

c = ongkos variabel untuk membuat satu produk

Dalam analisis titik impas selalu diasumsikan bahwa total pendapatan (total revenue) diperoleh dari penjualan semua produk yang diproduksi. Bila harga satu buah produk adalah p maka harga X buah produk akan menjadi total pendapatan, atau:

$$TR = pX \quad (6.3)$$

dimana:

TR = total pendapatan dari penjualan X buah produk

p = harga jual per satuan produk

Titik impas akan diperoleh apabila total ongkos-ongkos yang terlibat persis sama dengan total pendapatan, atau:

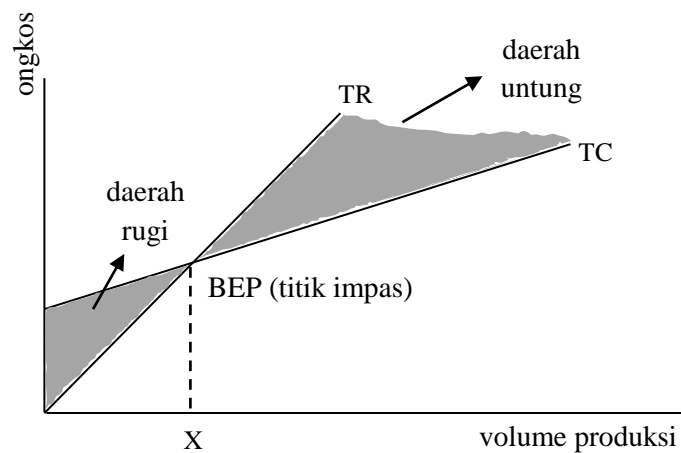
$$TR = TC \quad (6.4)$$

atau

$$pX = FC + cX \quad (6.5)$$

$$X = \frac{FC}{p - c} \quad (6.6)$$

dimana X dalam hal ini adalah volume produksi yang menyebabkan perusahaan pada titik impas (BEP). Tentu saja perusahaan akan mendapat untung apabila bisa memproduksi di atas X (melampaui titik impas). Hal ini ditunjukkan seperti pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Diagram titik impas pada permasalahan produksi.

Contoh 6.1.

PT. ABC Indonesia merencanakan membuat sejenis sabun mandi untuk kelas menengah. Ongkos total untuk pembuatan 10.000 sabun per bulan adalah Rp. 25 juta dan ongkos total untuk pembuatan 15.000 sabun per bulan 30 juta. Asumsikan bahwa ongkos-ongkos variabel berhubungan secara proporsional dengan jumlah sabun yang diproduksi.

Hitunglah:

- Ongkos variabel per unit dan ongkos tetapnya
- Bila PT. ABC Indonesia menjual sabun tersebut seharga Rp. 6000 per unit, berapakah yang harus diproduksi per bulan agar perusahaan tersebut berada pada kondisi impas?
- Bila perusahaan memproduksi 12.000 sabun per bulan, apakah perusahaan untung atau rugi? Dan berapa keuntungan atau kerugiannya?

Solusi:

- Ongkos variabel per unit adalah

$$C = \frac{30 \text{ juta} - 25 \text{ juta}}{15.000 - 10.000} = \frac{5 \text{ juta}}{5000} = \text{Rp. 1.000 per unit}$$

Sedangkan ongkos tetapnya bisa dihitung berdasarkan persamaan 6.2. untuk $X = 10.000$ berlaku:

$$TC = FC + cX$$

$$25 \text{ juta} = FC + 1.000 (\text{Rp/ unit}) \times 10.000 (\text{unit})$$

$$FC = \text{Rp. 15 juta}$$

Atau, dengan $X = 15.000$ diperoleh:

$$TC = FC + cX$$

$$30 \text{ juta} = FC + 1.000 \text{ (Rp/ unit)} \times 10.000 \text{ (unit)}$$

$$FC = \text{Rp. 15 juta}$$

- b. Bila $p = \text{Rp. 6.000}$ per unit maka jumlah yang harus diproduksi per bulan agar mencapai titik impas adalah:

$$X = \frac{FC}{p - c} = \frac{15 \text{ juta}}{6.000 - 1.000} = 3.000 \text{ unit per bulan}$$

Jadi, volume produksi sebesar 3.000 unit per bulan menyebabkan perusahaan berada pada titik impas.

- c. Bila $X = 12.000$ unit per bulan maka total penjualan adalah:

$$\begin{aligned} TR &= pX \\ &= \text{Rp. 6.000 / unit} \times 12.000 \text{ unit} \\ &= \text{Rp. 72 juta per bulan} \end{aligned}$$

dan total ongkos yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned} TC &= FC + cX \\ &= \text{Rp. 15 juta} + \text{Rp. 1.000 / unit} \times 12.000 \text{ unit} \\ &= \text{Rp. 27 juta per bulan} \end{aligned}$$

Jadi, perusahaan berada dalam kondisi untung karena dengan memproduksi 12.000 unit per bulan maka total penjualan akan lebih tinggi dari total ongkosnya. Besarnya keuntungan adalah $\text{Rp. 72 juta} - \text{Rp. 27 juta} = \text{Rp. 45 juta per bulan}$.

Contoh 6.2

Misalkan PT. ABC Indonesia merencanakan untuk memproduksi produk baru yang membutuhkan ongkos awal sebesar Rp. 150 juta dan ongkos-ongkos operasional dan perawatan sebesar Rp. 35.000 per jam. Disamping itu perusahaan harus membayar ongkos-ongkos lain sebesar Rp. 75 juta per tahun. Berdasarkan waktu standar yang diperoleh dari studi teknik tata cara dan pengukuran kerja, dapat diestimasikan bahwa untuk memproduksi 1000 unit produk dibutuhkan waktu 150 jam. Selanjutnya diestimasikan juga bahwa harga per unit produk adalah Rp. 15.000 dan investasi diasumsikan akan berumur 10 tahun dengan sisa nilai nol. Dengan MARR 20%, hitunglah berapa unit yang harus diproduksi agar perusahaan ini berada pada kondisi impas.

Solusi:

Misalkan x adalah jumlah produk (unit) yang harus diproduksi dalam setahun agar mencapai titik impas. Dengan menggunakan ongkos-ongkos tahunan (AC = annual cost) dan penjualan tahunan (AR = annual revenue) maka kondisi impas akan diperoleh bila:

$$AC = AR$$

dimana:

$$AC = 150 \text{ juta (A/P, 20\%, 10)} + 75 \text{ juta} + 0,150 (35.000) X$$

$$= 150 \text{ juta (0,2385)} + 75 \text{ juta} + 5.250 X$$

$$= 110,778 \text{ juta} + 5.250 X$$

$$AR = 15.000 X$$

Sehingga:

$$110,778 \text{ juta} + 5.250 X = 15.000 X$$

$$110,778 \text{ juta} = 9.750 X$$

$$X = 11.362 \text{ unit per tahun}$$

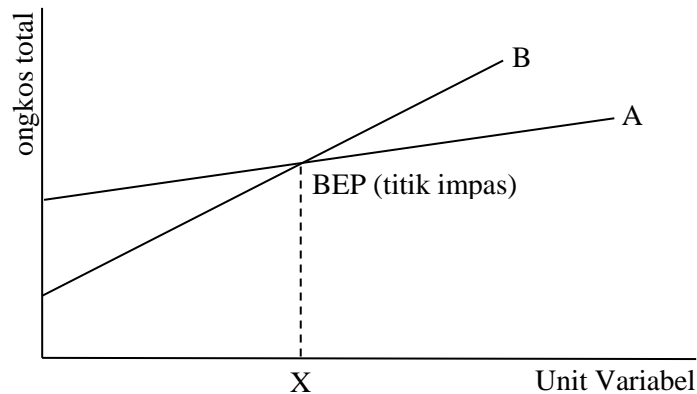
Jadi, PT. ABC Indonesia harus memproduksi sebanyak 11.362 unit per tahun agar berada pada kondisi impas. Dengan demikian maka perusahaan harus memproduksi di atas 11.362 unit pertahun agar berada pada kondisi untung.

6.2.2 Analisis Titik Impas pada Pemilihan Alternatif Investasi

Pemilihan alternatif-alternatif investasi sering kali akan mengakibatkan keputusan yang berbeda apabila tingkat produksi atau tingkat utilitas dari investasi tersebut berbeda. Dalam pemilihan fasilitas produksi misalnya, perusahaan cenderung akan membeli mesin-mesin atau fasilitas lain yang harganya lebih murah (walaupun ongkos variabelnya lebih tinggi) bila tingkat produksinya cukup tinggi maka perusahaan akan lebih baik apabila membeli fasilitas-fasilitas yang berteknologi tinggi yang ongkos investasinya lebih tinggi namun ongkos-ongkos variabelnya lebih rendah. Untuk mendapatkan keputusan yang baik dari persoalan yang seperti ini maka harus dicari suatu titik yang menyatakan tingkat produksi dimana suatu alternatif A akan impas (sama baiknya) dengan suatu alternatif B misalnya, dan kapan alternatif A lebih baik (atau lebih jelek) dari alternatif B.

Sebagai contoh perhatikanlah Gambar 6.3 yang menyatakan perilaku ongkos dua alternatif (A dan B). Alternatif A memiliki ongkos awal lebih tinggi namun ongkos-ongkos variabelnya lebih rendah (ditunjukkan oleh gradien yang lebih kecil pada garis ongkos). Sebaliknya alternatif B memiliki ongkos awal (FC) yang lebih rendah tetapi ongkos-ongkos variabelnya lebih tinggi. Kedua alternatifnya akan sama baiknya (impas) bila unit variabelnya (misalnya tingkat produksinya) adalah sebesar

X. bila unit variabelnya kurang dari X maka alternatif B yang lebih baik, dan bila unit variabelnya lebih dari X maka alternatif A yang lebih baik.



Gambar 6.3 Ilustrasi analisis BEP pada pemilihan alternatif investasi

Analisi titik impas pada permasalahan-permasalahan seperti ini biasanya diselesaikan dengan menggunakan alat bantu analisis EUAC atau nilai sekarang (PW). Langkah langkah berikut ini cukup baik diikuti dalam menentukan alternatif berdasarkan analisis titik impas.

1. Definisikan secara jelas variabel yang akan dicari dan tentukan satuan atau unit dimensinya.
2. Gunakan analisis EUAC atau analisis nilai sekarang untuk menyatakan total ongkos setiap alternatif sebagai fungsi dari variabel yang didefinisikan
3. Ekuivalenkan persamaan-persamaan ongkos tersebut dan carilah nilai impas dari variabel yang didefinisikan
4. Bila tingkat utilitas yang diinginkan lebih kecil dari nilai titik impas, pilih alternatif yang memiliki ongkos variabel yang lebih tinggi (gradiennya lebih besar) dan bila tingkat utilitas yang diinginkan diatas nilai titik impas, pilih alternatif yang memiliki ongkos-ongkos variabel yang lebih rendah (gradiennya lebih kecil).

Contoh 6.3

Sebuah perusahaan pelat baja sedang mempertimbangkan 2 alternatif mesin pemotong plat yang bisa digunakan dalam proses produksinya. Alternatif pertama adalah mesin otomatis yang memiliki harga awal Rp. 23 juta dan nilai sisa Rp. 4 juta setelah 10 tahun. Bila mesin ini dibeli maka operator harus dibayar Rp. 12.000 per jam. Output mesin ini adalah 8 ton per jam. Ongkos operasi dan perawatan tahunan diperkirakan Rp. 3,5 juta.

Alternatif kedua adalah mesin semiotomatis yang memiliki harga awal Rp. 8 juta dengan masa pakai ekonomis 5 tahun dan tanpa nilai sisa. Ongkos tenaga kerja per jam bila mesin ini dioperasikan adalah Rp. 24.000 dan ongkos-ongkos operasional dan perawatannya Rp. 1,5 juta per tahun. Perkiraan outputnya adalah 6 ton per jam. MARR yang dipakai analisis adalah 10%.

- a. Berapa lembaran logam yang harus diproduksi tiap tahun agar mesin otomatis lebih ekonomis dari mesin semiotomatis?
- b. Apabila manajemen menetapkan tingkat produksi sebesar 2.000 ton per tahun, mesin mana yang sebaiknya dipilih?

Solusi:

- a. Penyelesaian dilakukan dengan mengikuti langkah langkah di atas.
 1. Misalkan X adalah jumlah lembaran logam (ton) yang diproduksi dalam setahun.
 2. Ongkos-ongkos variabel tahunan untuk mesin otomatis adalah:

$$\begin{aligned} AC_1 &= \frac{\text{Rp. 12.000}}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{8 \text{ ton}} \times \frac{X \text{ ton}}{\text{tahun}} \\ &= \frac{\text{Rp. 12.000}}{8} X \end{aligned}$$

Sehingga ongkos ekuivalen tahunannya adalah:

$$\begin{aligned}EUAAC_1 &= 23 \text{ juta } (A/P, 10\%, 10) - 4 \text{ juta } (A/F, 10\%, 10) + 3,5 \text{ juta} + \\&\quad 12.000X / 8 \\&= 23 \text{ juta } (0,16275) - 4 \text{ juta } (0,06275) + 3,5 \text{ juta} + 12.000X / 8 \\&= 6,992 \text{ juta} + 1500 X\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama akan diperoleh ongkos variabel tahunan untuk mesin semiotomatis adalah:

$$\begin{aligned}AC_2 &= \frac{\text{Rp. 24.000}}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{6 \text{ ton}} \times \frac{X \text{ ton}}{\text{tahun}} \\&= \text{Rp. 4.000 } X\end{aligned}$$

Sehingga ongkos ekuivalen tahunannya adalah:

$$\begin{aligned}EUAAC_2 &= 8 \text{ juta } (A/P, 10\%, 5) + 1,5 \text{ juta} + 4.000 X \\&= 8 \text{ juta } (0,26380) + 1,5 \text{ juta} + 4.000 X \\&= 3,610 \text{ juta} + 4.000 X\end{aligned}$$

3. Kedua persamaan EUAC tadi diekuivalenkan sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}EUAAC_1 &= EUAAC_2 \\6,992 \text{ juta} + 1500 X &= 3,610 \text{ juta} + 4.000 X \\3,382 \text{ juta} &= 2500 X \\X &= 1.352,8 \text{ ton per tahun}\end{aligned}$$

Jadi, mesin otomatis akan lebih ekonomis dipakai bila dibandingkan dengan mesin semiotomatis bila tingkat produksinya lebih besar dari 1.352,8 ton per tahun.

- b. Apabila manajemen memutuskan tingkat produksi sebesar 2.000 ton per tahun maka mesin otomatis yang harus dipilih (karena lebih besar dari titik impas).

Contoh 6.4

Asumsikan ada 3 alternatif proyek dengan data-data seperti pada table 6.1:

Tabel 6.1. Data-data biaya untuk Contoh 6.4

Alternatif	A	B	C
Biaya awal (juta)	100	150	250
Nilai sisa (juta)	0	25	25
Biaya tahunan (juta)	20	16	5
Umur proyek (tahun)	10	10	10
Ongkos/ unit produk	200	150	100

Bila MARR adalah 10%, pada interval tingkat produksi per tahun berapa alternatif B paling ekonomis?

Solusi:

Misalkan X adalah jumlah produk yang dibuat per tahun, maka:

$$EUAC_A = 100 \text{ juta } (A/P, 10\%, 10) + 20 \text{ juta} + 200 X$$

$$= 100 \text{ juta } (0,16275) + 20 \text{ juta} + 200 X$$

$$= 36,275 \text{ juta} + 200 X$$

$$EUAC_B = 150 \text{ juta } (A/P, 10\%, 10) + 16 \text{ juta} - 25 \text{ juta } (A/F, 10\%, 10) + 150 X$$

$$= 150 \text{ juta } (0,16275) + 16 \text{ juta} - 25 \text{ juta } (0,06275) + 150 X$$

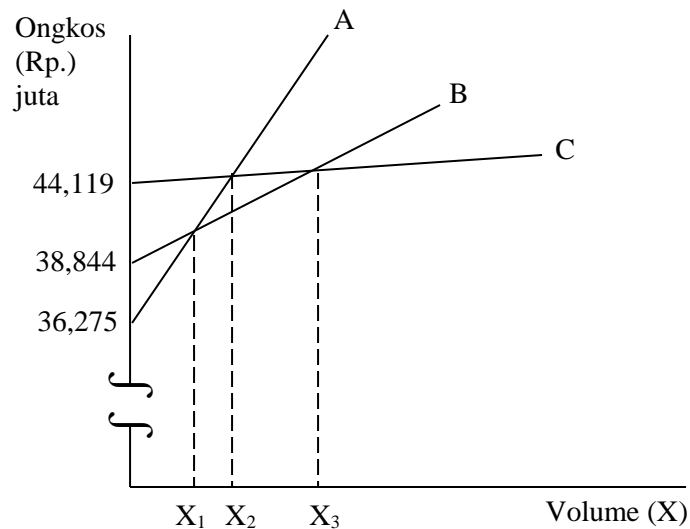
$$= 38,844 \text{ juta} + 150 X$$

$$EUAC_C = 250 \text{ juta } (A/P, 10\%, 10) + 5 \text{ juta} - 25 \text{ juta } (A/F, 10\%, 10) + 100 X$$

$$= 250 \text{ juta } (0,16275) + 5 \text{ juta} - 25 \text{ juta } (0,06275) + 100 X$$

$$= 44,119 \text{ juta} + 100 X$$

Bila digambar dalam diagram maka hubungan ongkos-ongkos dari ketiga alternatif akan tampak seperti Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Ilustri grafis dari ongkos-ongkos alternatif pada Contoh 6.4

Dari gambar di atas tampak bahwa alternatif B akan paling ekonomis apabila perusahaan memproduksi pada volume per tahun antara X_1 dan X_3 . Bila volume produksi lebih dari X_3 maka alternatif C yang paling ekonomis dan bila volume produksi kurang dari X_1 alternatif A yang paling ekonomis.

Untuk menghitung nilai X_1 dan X_3 digunakan masing-masing dua persamaan sebagai berikut:

$X_1 \rightarrow$ didapat dengan mempertemukan garis A dan B sehingga:

$$36,275 \text{ juta} + 200 X = 38,844 \text{ juta} + 150 X$$

$$50 X = 2,569 \text{ juta}$$

$$X = 51.380 \text{ unit}$$

Jadi, X_1 adalah 51.380 unit per tahun.

$X_3 \rightarrow$ didapat dengan mempertemukan garis B dan C sehingga:

$$38,844 \text{ juta} + 150 X = 44,119 \text{ juta} + 100 X$$

$$50 X = 2,275 \text{ juta}$$

$$X = 105.500 \text{ unit}$$

Jadi, X_3 adalah 105.500 unit per tahun.

Dengan demikian maka sebaiknya perusahaan memilih alternatif B apabila tingkat produksinya per tahun adalah antara 51.380 sampai 105.500 unit.

6.2.3 Analisis Titik Impas pada Keputusan Buat-Beli

Keputusan untuk membeli atau membuat sebuah komponen atau produk sering harus didahului dengan analisis titik impas dari kedua alternatif tersebut. Secara normal, bila perusahaan membutuhkan produk atau komponen dalam jumlah yang cukup besar maka akan lebih efisien bila perusahaan membuat sendiri produk atau komponen tersebut. Sebaliknya bila kebutuhan suatu komponen atau produk sedikit maka tidak akan ekonomis bila komponen atau produk tersebut dibuat sendiri karena dengan membuat sendiri berarti perusahaan harus menanggung biaya-biaya tetap yang cukup signifikan per tiap produk atau komponen yang dibuatnya.

Biaya-biaya tetap berarti akan hilang bila perusahaan membeli produk dari luar perusahaan. Biaya-biaya pemesanan (termasuk biaya-biaya aspek legal) juga termasuk biaya-biaya tetap bila perusahaan memutuskan untuk membeli produk atau komponen. Namun biaya-biaya tetap pada alternatif membeli biasanya lebih rendah dari biaya-biaya tetap pada alternatif membuat sendiri.

Contoh 6.5

Seorang insinyur disertai tugas untuk melakukan analisis buat beli pada 2 buah komponen yang akan digunakan untuk melakukan inovasi pada produk-produk tertentu yang menjadi andalan perusahaan. Setelah melakukan studi dan berhasil

mengumpulkan data-data teknis maupun ekonomis dari pembuatan kedua komponen tersebut diperoleh ringkasan data seperti tabel 6.2.

Tabel 6.2. Data-data ongkos untuk alternatif pembuatan komponen A dan B

	A	B
Ongkos awal	Rp. 200 juta	Rp 350 juta
Ongkos tenaga kerja/ unit	Rp. 2.000	Rp. 2.500
Ongkos bahan baku/ unit	Rp. 3.000	Rp. 2.500
Nilai sisa	Rp. 10 juta	Rp. 15 juta
Umur fasilitas	5 tahun	7 tahun

Disamping itu masih ada biaya-biaya overhead yang besarnya Rp. 18 juta per tahun untuk komponen A dan Rp. 15 juta per tahun untuk komponen B.

Disisi lain perusahaan juga mempertimbangkan tawaran dari suatu perusahaan untuk membeli komponen A dan B masing-masing seharga Rp. 10.000 dan Rp. 15.000 per unit. Bila diasumsikan tidak ada biaya-biaya lain yang terlibat dalam proses pembelian produk dan $i = 15\%$ untuk analisis, tentukanlah:

- Pada kebutuhan berapa komponen per tahunkah perusahaan sebaiknya membuat sendiri komponen tersebut?
- Bila kebutuhan masing-masing komponen adalah 2.000 unit per tahun, keputusan apa yang harus diambil perusahaan berkaitan dengan permasalahan tersebut?

Asumsikan bahwa produksi komponen A independen terhadap produksi komponen B dan tidak ada diskon untuk pembelian partai.

Solusi:

- a. Misalkan X_A adalah kebutuhan komponen A dalam setahun dan X_B adalah kebutuhan komponen B dalam setahun.

Untuk komponen A:

- Biaya per tahun untuk alternatif membeli adalah kebutuhan per tahun dikalikan dengan harga per unit yaitu:

$$EUAC \text{ beli} = 10.000 X_A$$

- Biaya per tahun untuk alternatif membuat sendiri adalah:

$$\begin{aligned} EUAC \text{ buat} &= 200 \text{ juta (A/P, 15\%, 5)} + 18 \text{ juta} + (3.000 + 2.000) X_A - \\ &\quad 10 \text{ juta (A/F, 15\%, 5)} \\ &= 200 \text{ juta (0,2983)} + 5.000 X_A - 10 \text{ juta (0,1483)} + 18 \text{ juta} \\ &= 59,66 \text{ juta} + 5.000 X_A - 1,8097 + 14,83 \text{ juta} \\ &= 74,49 \text{ juta} + 5.000 X_A \end{aligned}$$

Untuk mencapai titik impas antara alternatif membuat dan membeli maka harus terpenuhi:

$$\begin{aligned} EUAC \text{ beli} &= EUAC \text{ buat} \\ 10.000 X_A &= 74,49 \text{ juta} + 5.000 X_A \\ 5.000 X_A &= 74,49 \text{ juta} \\ X_A &= 14,898 \text{ komponen} \end{aligned}$$

Jadi, alternatif membuat akan sama ekonomisnya dengan alternatif membeli komponen A pada kebutuhan sebesar 14,898 komponen per tahun.

Untuk komponen B:

- Biaya per tahun untuk alternatif membeli adalah:

$$EUAC \text{ beli} = 15.000 X_B$$

- Biaya per tahun untuk alternatif membuat sendiri adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{EUAC buat} &= 350 \text{ juta } (A/P, 15\%, 7) + (2.500 + 2.500) X_B - 15 \text{ juta} \\
 &\quad (A/F, 15\%, 7) + 15 \text{ juta} \\
 &= 350 \text{ juta } (0,24036) + 5.000 X_B - 15 \text{ juta } (0,9036) + 15 \text{ juta} \\
 &= 97,7706 \text{ juta} + 5.000 X_B
 \end{aligned}$$

Kedua alternatif akan sama ekonomisnya bila:

$$\begin{aligned}
 \text{EUAC beli} &= \text{EUAC buat} \\
 15.000 X_B &= 97,7706 \text{ juta} + 5.000 X_B \\
 X_B &= 9.777 \text{ komponen}
 \end{aligned}$$

Jadi alternatif membeli atau membuat sendiri komponen akan sama ekonomisnya bila permintaan per tahunnya adalah 9.777 komponen.

- Bila kebutuhan masing-masing komponen adalah 2.000 unit per tahun maka perusahaan lebih baik membeli komponen A maupun komponen B.

6.3 Analisis Sensitivitas

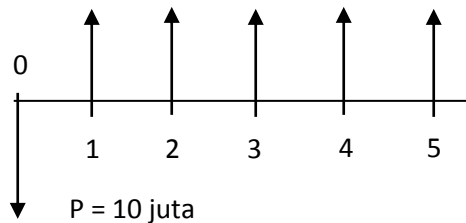
Karena nilai-nilai parameter dalam studi ekonomi teknik biasanya diestimasi besarnya maka jelas nilai-nilai tersebut tidak akan bisa dilepaskan dari faktor kesalahan. Artinya, nilai-nilai parameter tersebut mungkin lebih besar atau lebih kecil dari hasil estimasi yang diperoleh, atau berubah pada saat tertentu. Perubahan yang terjadi pada nilai parameter tentunya akan mengakibatkan perubahan pula pada tingkat output atau hasil ini bisa menyebabkan preferensi akan berubah dari satu alternatif ke alternative yang lainnya.

Untuk mengetahui seberapa sensitive suatu keputusan terhadap perubahan factor-faktor atau parameter-parameter yang mempengaruhinya maka setiap proses pengambilan keputusan pada ekonomi teknik hendaknya disertai dengan analisis sensitivitas. Analisis ini akan memberikan gambaran sejauh mana suatu keputusan akan cukup kuat berhadapan dengan perubahan factor-faktor atau parameter-parameter yang mempengaruhi.

Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengubah nilai dari suatu parameter pada suatu saat untuk selanjutnya dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap akseptabilitas suatu alternative investasi. Faktor yang biasanya berubah dan perubahannya bisa mempengaruhi keputusan dalam studi ekonomi teknik adalah ongkos investasi, aliran kas nilai sisa, tingkat bunga, tingkat pajak, dan umur investasi.

Contoh 6.6

Sebuah alternative investasi diperkirakan membutuhkan dana awal sebesar Rp. 10 juta dengan nilai sisa nol di akhir tahun ke lima. Pendapatan tahunan diestimasikan sebesar Rp. 3 juta. Perusahaan menggunakan MARR sebesar 12% untuk menganalisis kelayakan alternative investasi tersebut. Aliran kas dari alternatif ini terlihat pada gambar 6.5. buatlah analisis sensitivitas dengan mengubah nilai-nilai



Gambar 6.5. perkiraan kondisi investasi untuk contoh 6.6

a. tingkat bunga, b. investasi awal, dan c. pendapatan tahunan

pada interval $\pm 40\%$ dari nilai-nilai yang diestimasikan di atas dan tentukan batas-batas nilai parameter yang mengakibatkan keputusan terhadap alternative tersebut bisa berubah (dari layak menjadi tidak layak atau sebaliknya).

Solusi :

Langkah pertama yang akan dilakukan disini adalah menentukan keputusan awal (sebelum dilakukan analisis sensitivitas) dari alternatif tersebut dengan menghitung nilai awal nettonya (NPW) :

$$NPW = -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (P / A, 12\%, 5)$$

$$= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,6048)$$

$$= 0,8144 \text{ juta}$$

Karena $NPW > 0$ maka alternative tersebut layak dilakukan. Apabila parameter-parameter tadi berubah (misalnya tingkat suku bunga, investasi awal, pendapatan tahunan, dan sebagainya) berubah maka kemungkinan alternatif tersebut titik layak atau malah tambah menguntungkan, terpengaruh pada arah perubahan yang terjadi.

a. Bila tingkat suku bunga berubah sampai $\pm 40\%$ dari suku bunga yang diestimasikan maka nilai NPW-nya maka menjadi:

1. Bertambah 40% :

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (P / A, 16.5\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,2143) \\ &= -0,3572 \text{ juta} \end{aligned}$$

2. Bertambah 25% :

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (P / A, 15\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,3522) \\ &= 0,0566 \text{ juta} \end{aligned}$$

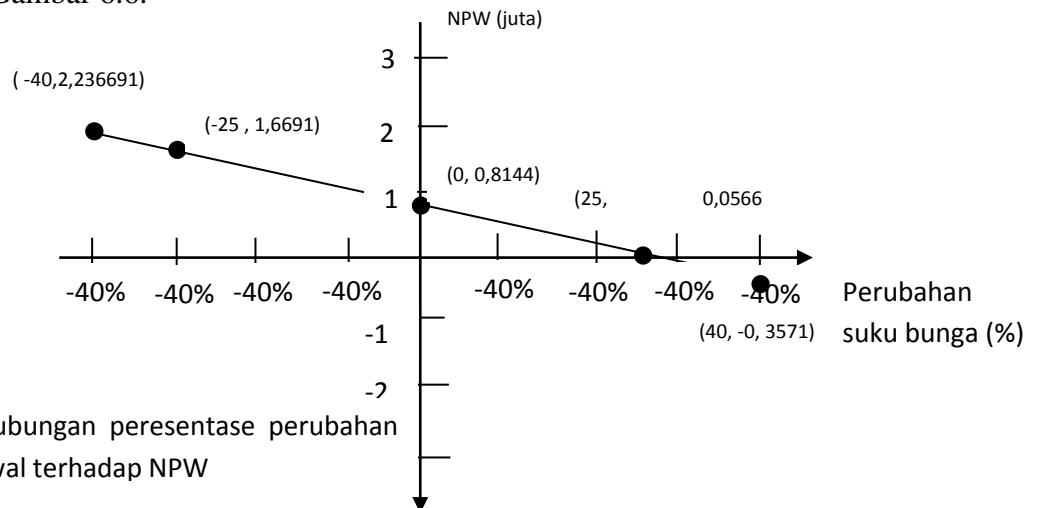
3. Berkurang 25% :

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (P / A, 9\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,8897) \\ &= 1,6691 \text{ juta} \end{aligned}$$

4. Berkurang 40% :

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (P / A, 7,2\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (4,0787) \\ &= 2,2361 \text{ juta} \end{aligned}$$

Bila digambarkan dalam grafik yang menyatakan perubahan suku bunga terhadap NPW maka diperoleh Gambar 6.6.



Gambar 6.7 Hubungan persentase perubahan nilai investasi awal terhadap NPW

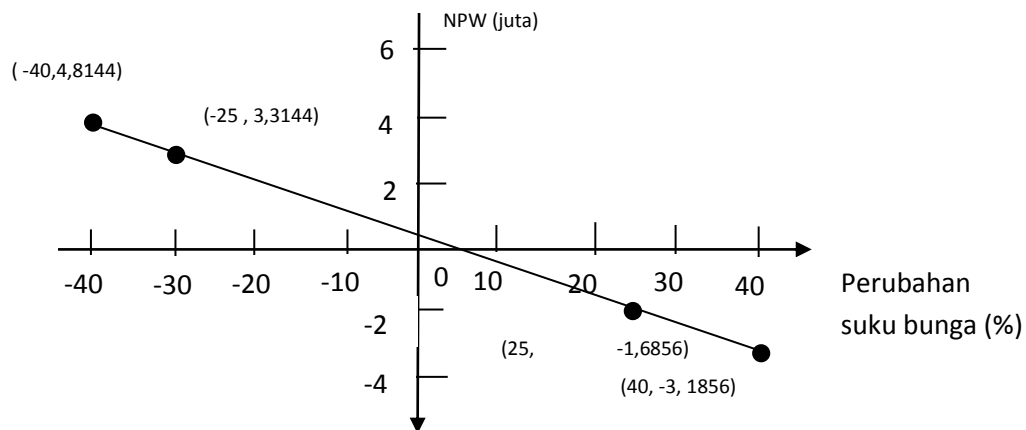
Keputusan akan berubah dari layak menjadi tidak layak bila NPW yang dihasilkan berubah menjadi negative. Batas perubahan ini akan diperoleh dengan menghitung nilai ROR, yaitu suatu tingkat bunga NPW = 0 bila :

$$-10 + 3 \text{ juta } (P / A, i\%, 5) = 0$$

$$(P / A, i\%, 5) = 3,333$$

$$i = 15,25\%$$

Jadi keputusan akan berubah bila i menjadi lebih besar dari 15,25% atau bila meningkat sekitar 25% dari nilai i awal yang ditetapkan sebesar 12%.



Gambar 6.7. Hubungan persentase perubahan nilai investasi awal terhadap NPW

- b. Bila besarnya investasi awal diubah pada interval $\pm 40\%$ maka nilai-nilai NPW akan menjadi sebagai berikut :

1. Bertambah 40%

$$\begin{aligned} \text{NPW} &= -10 \text{ juta } (1,4) + 3 \text{ juta } (P / A, 12\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta } (3,6048) \\ &= -3,1856 \text{ juta} \end{aligned}$$

2. Bertambah 25%

$$\begin{aligned} \text{NPW} &= -12,5 \text{ juta} + 3 \text{ juta } (3,6048) \\ &= -1,6856 \text{ juta} \end{aligned}$$

3. Berkurang 25% :

$$\begin{aligned} NPW &= -7,5 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,6048) \\ &= 3,3144 \text{ juta} \end{aligned}$$

4. Berkurang 40% :

$$\begin{aligned} NPW &= -6 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (3,6048) \\ &= 4,8144 \text{ juta} \end{aligned}$$

Bila diplot maka berhubungan antara presentase perubahan nilai investasi awal terhadap nilai NPW terlihat pada gambar 6.7.

Alternative tersebut akan menjadi tidak layak bila perubahan nilai investasi awal menyebabkan nilai NPW berubah menjadi tidak layak bila perubahan nilai investasi awal menyebabkan nilai NPW berubah menjadi lebih kecil dari nol. NPW akan sama dengan nol bila besarnya investasi adalah:

$$\begin{aligned} P &= 3 \text{ juta} (P / A, 12\%, 5) \\ &= 3 \text{ juta} (3,6048) \\ &= 10,8144 \text{ juta} \end{aligned}$$

Jadi, investasi tersebut menjadi tidak layak bila investasi yang dibutuhkan lebih dari Rp. 10,8144 juta atau meningkat sebesar 8,144% dari investasi awal yang diestimasikan sebesar Rp. 10 juta.

c. Bila pendapatan tahunan berubah pada interval $\pm 40\%$ maka akibatnya pada NPW akan terlihat seperti pada perhitungan beberapa titik sampel berikut:

1. Bila pendapatan tahunan naik 40% maka:

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3 \text{ juta} (1,4) (P / A, 12\%, 5) \\ &= -10 \text{ juta} + 4,2 \text{ juta} (3,6048) \\ &= 5,140 \text{ juta} \end{aligned}$$

2. Bila pendapatan tahunan naik 25% :

$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 3,75 \text{ juta} (P / A, 12\%, 5) \\ &= 3,518 \text{ juta} \end{aligned}$$

3. Bila pendapatan tahunan turun 25%:

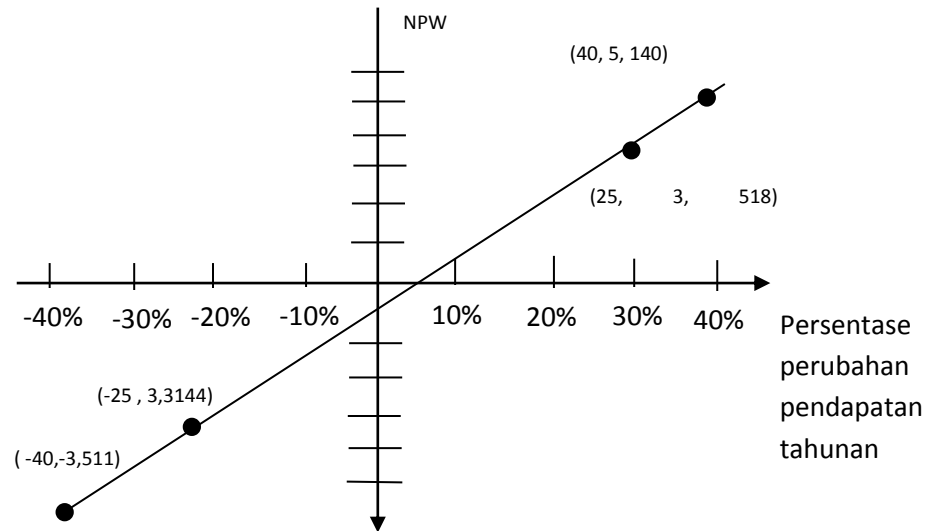
$$\begin{aligned} NPW &= -10 \text{ juta} + 2,25 \text{ juta} (1,4) (P / A, 12\%, 5) \\ &= -1,8892 \text{ juta} \end{aligned}$$

4. Bila pendapatan tahunan turun 40%:

$$\begin{aligned} NPW &= -10,9 \text{ juta} + 1,8 \text{ juta} (P / A, 12\%, 5) \\ &= -3,511 \text{ juta} \end{aligned}$$

Hubungan antara besarnya perubahan pendapatan tahunan $\pm 40\%$ terhadap nilai NPW dari alternative tersebut diperlihatkan pada gambar 6.8.

Alternatif di atas akan menjadi tidak layak bila pendapatan tahunan turun sampai di bawah 2,774 juta per tahun atau bila terjadi penurunan sekitar 7,47%. Silakan anda hitung sendiri dengan cara yang serupa di atas.



Gambar 6.8. Hubungan antara Perubahan Pendapatan tahunan terhadap nilai NPW.

Contoh 6.7

Sebuah perusahaan sedang mempertimbangkan investasi sistem otomatis gudang sehingga bisa melakukan melakukan sistem retrieval barang secara otomatis. Untuk memenuhi rencana ini dibutuhkan investasi awal berupa gedung seharga Rp. 2,5 miliar dan peralatan – peralatan seharga Rp 3,5 miliar. Gedung diestimasikan bisa dipakai secara ekonomis selama 30 tahun, sedangkan peralatan selama 15 tahun. Dengan pemakaian sistem pergudangan otomatis ini perusahaan akan bisa mereduksi jumlah tenaga kerjanya sebanyak 70 orang. Setiap tenaga kerja diperkirakan di bayar Rp 18 juta per tahun. Disisi lain perusahaan harus menanggung ongkos operasional dan perawatan dari sistem yang baru ini lebih besar Rp. 150 juta per tahun dibandingkan dengan sistem lama.

Alat-alat lama yang tidak dipakai dalam sistem baru diperkirakan memiliki nilai sisa sebesar Rp. 600 juta. Dengan adanya sistem baru, perusahaan juga harus menanggung ongkos-ongkos penggantian peralatan dengan nilai sekarang Rp.200 juta. Karena peralatan hanya berumur ekonomis 15 tahun maka disini diasumsikan bahwa ongkos-

ongkos peralatan akan tetap sama setelah penggantian dilakukan. MARR yang akan digunakan adalah 15%.

Dari data-data di atas maka aliran kasnya bisa diringkas seperti pada table 6.3.

Table 6.3 Estimasi aliran kas untuk contoh 6.7 (angka dalam jutaan rupiah)

Akhir tahun	0	1-15	15	16-30	30
Bangunan	-2.500				0
Perlitan	-3.500		-3.500		0
Penghetaman		1.260		1.260	
Ongkos					
Tenaga kerja		-150		-150	
Biaya Operasi dan perawatan					
Nilai sisa	800				
	-5.200	1.110	-3.500	1.110	0

Perusahaan yakni bahwa estimasi ongkos bangunan, ongkos operasi dan perawatan, dan beberapa data ongkos lainnya cukup akurat, namun ongkos peralatan dan penghematan 70 orang tenaga kerja dianggap masih mengandung unsur-unsur kesalahan estimasi. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis sensitivitas untuk kedua factor tersebut.

Misalnya X adalah persentase kesalahan estimasi ongkos peralatan dan Y adalah persentase kesalahan estimasi penghematan ongkos tenaga kerja. Dengan menggunakan perhitungan nilai sekarang dari aliran kas tersebut maka dapat dikatakan bahwa investasi tersebut layak dilakukan sepanjang memenuhi:

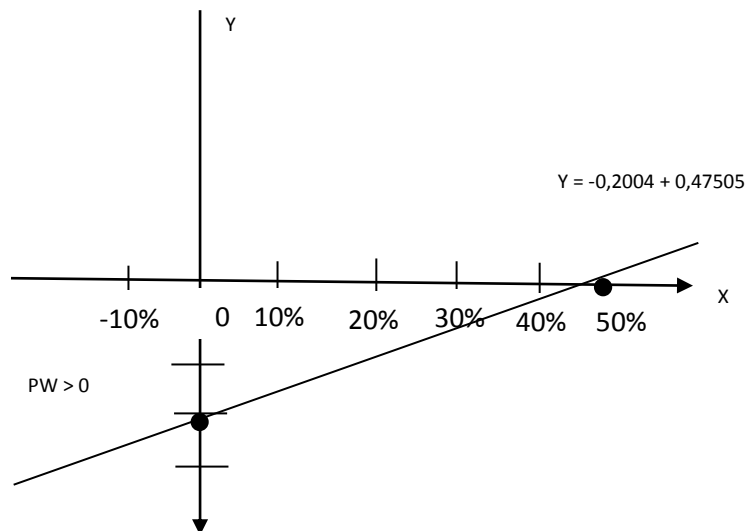
$$PW \geq 0$$

Dimana PW (dalam jutaan rupiah) adalah:

$$PW = -2.500 - 3.500(1 + X)(P / F, 15\%, 5) - 150(P / A, 15\%, 30) + 18(70)(1 + Y)(P / A, 15\%, 30) + 800$$

Dengan melakukan penyederhanaan persamaan di atas diperoleh bahwa invetasi tersebut akan layak bila:

$$PW = 1.658,110 - 3.930,150 X + 8.273,160 Y \geq 0 \text{ atau } Y \geq -0,2004 + 0,47505 X$$



Dari persamaan tersebut di atas bisa disimpulkan, bila $X = 0$ maka nilai $Y = -0,2004$ atau $-20,04\%$. Artinya, bila tidak ada kesalahan pada estimasi ongkos investasi peralatan maka penurunan penghematan ongkos tenaga kerja masih bisa ditolerir sampai $20,04\%$. Sebaliknya, bila $Y = 0$ maka nilai X adalah $0,42185$ atau $42,185\%$ yang berarti bahwa bila tidak ada kesalahan pada estimasi penghematan ongkos tenaga kerja maka investasi ini akan tetap layak bila ongkos investasi peralatannya tidak meningkatkan melebihi $42,185\%$ dari estimasi semula. Bila diplot dalam grafik maka daerah layak dan tidak layak diatasi oleh persamaan garis $Y = -0,2004 + 0,47505 X$ seperti terlihat pada gambar 6.9.

Dari gambar tersebut bisa juga disimpulkan bahwa keputusan penerimaan investasi tersebut lebih sensitive terhadap kesalahan estimasi penghematan ongkos tenaga kerja dibandingkan dengan kesalahan estimasi ongkos peralatan, investasi tadi menjadi tidak layak bila kesalahan estimasi penghematan ongkos tenaga kerja lebih besar dari $20,04\%$. (perubahan yang dimaksud disini adalah penurunan).

6.4 soal

1. Sebuah mesin bisa dibeli seharga Rp. 20 juta. Umurnya diestimasikan 5 tahun dan tanpa nilai sisa. Ongkos-ongkos untuk operasional dan perawatan diestimasikan sebesar Rp.4 juta per tahun. Apabila $MARR = 18\%$ per tahun,

berapakah pendapatan pertahun dari mesin ini agar tidak ada perbedaan antara membeli dan tidak membeli mesin tersebut?

2. Misalkan ada 2 alternatif yang bersifat mutually exclusive. Kedua alternative membutuhkan biaya investasi sebesar Rp. 25 juta . alternative pertama diperkirakan menghasilkan Rp.8 juta per tahun dan alternative kedua tidak memiliki nilai sisa. Dengan menggunakan MARR 15% tentukanlah berapa tahun umur kedua alternative agar keduanya berada pada kondisi 'break even'?
3. Untuk membuat sebuah produk yang baru dirancang, PT . ABC mempertimbangkan 3 cara atau metode produksi. Metode pertama membutuhkan mesin seharga Rp. 25 juta yang memiliki umur 7 tahun dan tanpa nilai sisa. Dengan metode pertama ini perusahaan terbebani ongkos tambahan per unit produk yang dibuat sebesar Rp. 200. Metode kedua membutuhkan mesin seharga Rp 35 juta. Mesin ini berumur 7 tahun dengan nilai sisa Rp. 2 juta. Dengan metode kedua ini perusahaan harus menanggung ongkos tambahan sebesar Rp. 150 per unit produk yang dibuatnya. Metode ketiga membutuhkan mesin seharga Rp. 30 juta dengan umur 7 tahun dan nilai sisa Rp. 3 juta. Ongkos tambahan per unit produk yang dibuat dengan metode yang ketiga ini adalah Rp. 250. MARR perusahaan adalah 15%. Pada interval volume produksi berapa tiap-tiap alternative lebih baik dar alternative yang lainnya?
4. Seorang pengusaha sedang mempertimbangkan 3 buah alternative proyek yang bersifat mutually excusive. Alternatif pertama membutuhkan investasi sebesar Rp. 60 juta sekarang, dan pada akhir tahun 1,2,3, dan 4 masing – masing akan menghasilkan sebesar Rp. 10 juta, 20 juta, 30 juta, dan 35 juta. Alternative kedua membutuhkan investasi Rp. 80 juta sekarang, dan menjanjikan pendapatan masing-masing sebesar Rp. 40 juta, 30 juta, dan 10 juta pada akhir tahun 1,2,3, dan 4. Sedangkan alternative ketiga membutuhkan investasi sebesar Rp.40 juta dan menghasilkan Rp. 12 juta tiap akhir tahun sampai akhir tahun ke-6. Gunakan tingkat bunga 12% untuk menentukan kapan suatu alternative akan dipilih.
5. Ada 2 buah pompa yang sedang dipertimbangkan oleh perusahaan X untuk keperluan produksinya. Pompa A berharga Rp. 4 juta dan diestimasikan berumur 3 tahun. Pompa ini membutuhkan perawatan insetif setelah dipakai selama 2000 jam dengan biaya Rp.1,5 juta. Pompa B(yang lebih canggih) berharga Rp. 9,5 juta, berumur 5 tahun dan membutuhkan perawatan intensif setelah dipakai 9000 jam dengan biaya Rp.3,5 juta. Apabila ongkos operasional masing-masing pompa adalah Rp. 2500 per jam, berapa jam

dalam setahun minimal kebutuhan pemakaian pompa agar pompa B lebih ekonomis untuk dibeli? Gunakan $i=10\%$.

6. Sebuah perusahaan merencanakan menyediakan tempat parkir khusus untuk para karyawannya. Ada 2 cara yang sedang dipertimbangkan untuk membangun tempat parkir tersebut. Cara pertama relative sederhana dan hanya membutuhkan biaya awal sebesar Rp.10 juta dan dietimaskan hanya berumur 3 tahun. Pengeluaran untuk perawatan diperkirakan sebesar Rp. 2 juta per tahun. Cara kedua relatif lebih canggih dan bisa membuat lapangan parkir berumur 16 tahun dan biaya perawatannya bisa diabaikan, hanya saja perlu pengecatan ulang tanda-tanda parkir setiap tahun dengan ongkos setiap kalinya sebesar Rp. 1 juta. Bila MARR perusahaan adalah 15%, berapakah biaya awal dari alternatif kedua agar kedua cara tadi berada pada kondisi yang sama (break even)?
7. PT. XY, sebuah perusahaan kontruksi sedang mempertimbangkan untuk membeli penghancur beton seharga Rp.75 juta. Penghancur beton ini diharapkan berumur 15 tahun dengan nilai sisa Rp. 5 juta dan ongkos operasionalnya adalah Rp. 30.000 per hari. Disamping itu alat tadi juga membutuhkan biaya perawatan sebesar Rp. 6 juta per tahun. Alternatif lain, perusahaan bisa menyewa alat yang sama dengan biaya Rp. 210 ribu per hari. Bila MARR adalah 15%, berapa hari per tahun minimal alat tadi harus digunakan agar perusahaan lebih untung membeli dari pada menyewa alat tersebut?
8. Untuk menyiram tanaman seluas 40 are, sebuah tempat rekreasi sedang mempertibangkan pembelian satu dari 2 alternatif pompa yag masing-masing memiliki data sebagai berikut:

	Pompa Motor 6 inci	Pompa Motor 8 inci
Ukuran motor	25 hp	10 hp
Ongkos energy / jam	Rp 800	Rp 300
operasi	700 ribu	300 ribu
Ongkos instalasi motor	4 juta	5 juta
Ongkos pipa	0	
Nilai sisa		

Jika kedua alternative memiliki umur 10 tahun dan tingkat bunga adalah 12%, berapa jam dalam setahun motor harus dioperasikan agar kedua sistem tersebut berada pada kondisi 'break even'?

9. Dua buah kondensor sedang dipertimbangkan untuk dipilih salah satu oleh perusahaan ABC. Kondensor pertama harganya Rp. 6 juta dan ongkos-ongkos operasional dan perawatannya Rp. 1 juta per tahun. Alternatif kedua adalah kondensor seharga Rp. 5 juta, namun ongkos-ongkos operasional dan perawatannya belum ketahu. Nilai sisa untuk kedua kondensor estimasikan sebesar 25% dari harga awalnya. Horizon studi yang dipakai adalah 5 tahun dan MARR 18%. Tentukanlah berapa ongkos-ongkos operasional dan perawatan dari kondensor yang kedua agar kedua kondensor berada pada posisi impas (break even)
10. Dalam melakukan studi buat beli buah sebuah komponen dari produknya PT.XYZ menemukan fungsi ongkos-ongkos untuk masing-masing alternative sebagai berikut:
Ongkos membuat:
 $M(x) = 5 \text{ juta} + 250 \text{ ribu } x - 5x^2$
Ongkos membeli:
 $B(x) = 10 \text{ juta} + 150 \text{ ribu } x$
Dimana x adalah volume komponen yang diperlukan. Pada x berapa perusahaan seharusnya membuat sendiri komponen tersebut (tidak membelinya)?
11. Sebuah proyek diperkirakan membutuhkan dana awal investasi sebesar Rp. 50 juta dengan umur 6 tahun dan nilai pemasukan sebesar Rp. 8 juta pada tahun pertama dan selanjutnya meningkat Rp. 1 juta tiap tahun. Dengan menggunakan tingkat bunga 10%:
- Tentukanlah apakah proyek ini layak dilaksanakan atau tidak
 - Buatlah analisis sensitivitas keputusan tadi dengan mengubah-ubah tingkat bunga, investasi awal, dan pendapatan tahunan pada range $\pm 30\%$ dari nilai-nilai perkiraan di atas
 - Tentukan batas-batas nilai parameter yang mengakibatkan keputusan terhadap alternatif tadi menjadi berubah
 - Parameter mana yang mempengaruhi sensitivitas keputusan perusahaan?
12. Rencana modernisasi pergudangan sebuah perusahaan multinasional membutuhkan investasi sebesar Rp. 3 miliar dan diestimasikan pada akhir tahun ke-10 memiliki nilai sisa sebesar Rp. 600 juta. Penghematan dalam ongkos-ongkos operasional dan perawatan diperkirakan sebesar Rp. 700 juta pertahun. Perusahaan menggunakan MARR 18% untuk keperluan analisisnya. Karena biaya-biaya di atas masih dalam estimasi, buatlah analisis sensitivitas terhadap kesalahan estimasi nilai-nilai tadi dalam kaitannya dengan kelayakan ekonomis dari rencana modernisasi tersebut.

Bab 7

Pertimbangkan Risiko dan ketidakpastian

POKOK BAHASAN

7.1 pendahuluan

7.2 konsep Risiko dan ketidakpastian

7.3 pengambilan keputusan yang mempertimbangkan Risiko

7.3.1 nilai Ekspektasi dalam Pengambilan keputusan yang Mempertimbangkan Risiko

7.3.2 Representasi Variabel Investasi dengan Distribusi Beta

7.3.3 Representasi Variabel Investasi dengan Distribusi Normal

7.4 Pendekatan Simulasi untuk Pengambilan Keputusan dengan Mempertimbangkan Risiko

7.5 Pengambilan Keputusan dengan mempertimbangkan Ketidakpastian

7.5.1 Kriteria Maximin dan Minimax

7.5.2 Kriteria Maximax

7.5.3 Kriteria Laplace

7.5.4 Kriteria Hurwicz

7.1 pendahuluan

Pada bab terdahulu telah dipelajari sekilas konsep risiko dan ketidakpastian ini dengan mengikutkan analisis sensitivitas pada proses pengambilan keputusan. Pada bab ini, konsep risiko dan ketidakpastian akan dibahas secara lebih mendalam dengan mengetengahkan metode-metode pengambilan keputusan yang berkaitan dengan alternative pada kondisi dimana risiko dan ketidakpastian dipertimbangkan. Uraikan akan diawali dengan perbedaan konsep risiko dan ketidakpastian dalam investasi,

kemudian disusul dengan metode-metode pengambilan keputusan dengan kondisi dimana risiko dipertimbangkan. Pendekatan pengambilan keputusan bisa dilakukan bisa dilakukan dengan mengukur nilai ekspektasinya baik melalui perhitungan analitis maupun simulasi. Pada bagian akhir bab ini akan dibahas metode-metode pengambilan keputusan investasi pada kondisi yang tidak pasti.

7.2 Konsep Risiko dan ketidakpastian

Perbedaan utama antara risiko dan ketidakpastian terletak pada banyak sedikitnya informasi atau pengetahuan tentang kondisi mendatang suatu alternative investasi. Pada suatu alternative investasi misalnya, seorang pengambil keputusan mungkin yakni bahwa profit yang akan diperolehnya bisa dinyatakan dengan distribusi normal dengan rata-rata 100 juta dan standar deviasi 12 juta. Umur proyeknya mungkin bisa diestimasikan 4 tahun dengan probabilitas 0.5 dan 6 tahun dengan probabilitas 0.4, 5 tahun dengan probabilitas 0.5 dan 6 tahun dengan probabilitas 0.1. pada kondisi lain mungkin pengambil keputusan tidak seberuntung kondisi lain mungkin pengambil keputusan tidak seberuntung kondisi di atas. Dia barangkali tidak memiliki gambaran sedikitpun tentang distribusi probabilitas dari profit, umur proyek atau tingkat suku bunga yang akan dihadapinya. Istilah risiko digunakan untuk menggambarkan situasi pengambilan keputusan dimana unsur-unsur yang memengaruhi tidak diketahui dengan pasti tetapi masih bisa digambarkan dalam suatu distribusi probabilitas. Sebaiknya, pengambilan keputusan dikatakan menghadapi ketidakpastian apabila tingkat pengetahuan atau informasi tentang situasi masa depannya rendah sekali sehingga unsur diatas tidak bisa dinyatakan dengan suatu distributif probabilitas.

7.3 Pengambilan Keputusan yang Mempertimbangkan Risiko

7.3.1 Nilai Ekspektasi dalam Pengambilan Keputusan yang Mempertimbangkan Risiko

Salah satu kriteria yang populer dalam pengambilan dalam pengambilan keputusan risiko adalah nilai ekspektasi (expected value). Pada dasarnya nilai ekspektasi mangacu pada nilai rata-rata jangka panjang yang memiliki implikasi bahwa investasi akan dilakukan berulang-ulang dengan probabilitas yang tidak berubah. Walaupun asumsi diatas hampir tidak pernah dipenuhi oleh suatu alternatif investasi, kenyataan bahwa perusahaan biasanya hidup dalam jangka panjang dan selalu membuka

investasi baru menyebabkan metode nilai ekspektasi menjadi layak dipakai ukuran dalam pengambilan keputusan.

Secara umum tujuan jangka panjang perusahaan bisa dinyatakan dengan beberapa cara, antara lain memaksimumkan nilai ekspektasi ongkos-ongkos. Secara selintas, nilai ekspektasi yang digunakan sebagai ukuran tunggal belum mencerminkan pertimbangan risiko yang sesungguhnya. Oleh sebab itu, analis sering mengakomodasikan besarnya risiko dalam ukuran-ukuran lain seperti variasi, range, atau koefisien variasi, yang secara umum dianggap sebagai penyebaran profit atau ongkos yang ditanggung. Ukuran-ukuran diatas harus dihitung dengan mempertimbangkan nilai uang dari waktu.

Contoh 7.1

Sebuah perusahaan sedang mempertimbangkan pendirian sebuah proyek yang mempunyai data NPV dengan probabilitas seperti Tabel 7.1

Tabel 7.1. data NPV dan probabilitasnya

NPV yang mungkin (X_j)	Probabilitas terjadinya (p_j)
-120 juta	0,2
10 juta	0,3
340 juta	0,5

Tentukan nilai harapan, variasi, koefisien variasi, dan interval nilai dari nilai-nilai NPV yang mungkin terjadi.

Solusi :

a. Nilai harapan :

$$\begin{aligned}\mu \text{ atau } E(x) &= \sum_{j=1}^n X_j P_j \\ &= 0,2 (-120 \text{ juta}) + 0,3(10 \text{ juta}) + 0,5340 \text{ juta} \\ &= 149 \text{ juta}\end{aligned}$$

b. Varian :

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= E(x^2) - [E(x)]^2 \\ &= \sum P_j (x_j - E(x))^2 \\ &= 0,2(-120 \text{ jt} - 149 \text{ jt})^2 + 0,3(10 \text{ jt} - 149 \text{ jt})^2 + 0,5(340 \text{ jt} - 149 \text{ jt})^2 \\ &= 3,8509 \times 10^{16}\end{aligned}$$

c. Standar Deviasiasi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{3,8509 \times 10^{16}} \\ &= 196.237.101\end{aligned}$$

d. Koefisien variansi :

$$\begin{aligned}C &= \frac{\sigma}{\mu} = \frac{196.237.101}{149.000.000} \\ &= 1,317\end{aligned}$$

e. Interval (range) nilai :

$$\begin{aligned}R &= \text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil} \\ &= 340 \text{ juta} - (-120 \text{ juta}) \\ &= 460 \text{ juta}\end{aligned}$$

Contoh 7.2

Perusahaan ABC sedang mempertimbangkan 3 alternatif alat pendingin ruangan tempat menyimpan bahan baku yang tidak resisten terhadap suhu tinggi. Pada tabel 7.2 ditunjukkan data-data ongkos investasi masing-masing alternatif serta probabilitas kerusakannya. Apabila terjadi kerusakan maka diestimasikan akan berakibat pada kerugian (yang disebut ongkos kerusakan) sebesar Rp. 5 juta yang dengan probabilitas 0,4 dan Rp. 11 Juta dengan probabilitas 0,6. Disini diasumsikan bahwa

probabilitas terjadinya kerusakan tidak tergantung apakah suatu kerusakan terjadi pada satu tahun jatau tidak. Ongkos-ongkos tahunan untuk masing-masing alternatif diperkrakan sebesar 20% dari ongkos-ongkos awalnya. Alternatif manakah yang seharusnya dipilih apabila yang diinginkan adalah yang ongkos tahunannya minimal?

Tabel 7.2. Data untuk Contoh 7.2

alternatif	ongkos	Probabilitas terjadinya kerusakan pada tahun tertentu
A	Rp. 4,5 Juta	0,12
B	Rp. 5,0 Juta	0,06
C	Rp. 7,5 Juta	0,01

Tabel 7.3 Perhitungan ongkos-ongkos tahunan untuk Contoh 7.2

alternatif	Ongkos operasional Tahunan	Ekspektasi ongkos Kerusakan Tahunan	Ekspektasi ongkos total tahunan
A	4,5 jt. (0,2) = 0,9 jt	8,6 jt. (0,12) = 1,032 jt.	1,932 Juta
B	5,0 jt. (0,2) = 1,0 jt	8,6 jt. (0,06) = 0,516 jt.	1,516 Juta
C	7,5 jt. (0,2) = 1,5 jt	8,6 jt. (0,01) = 0,086 jt.	1,586 Juta

Solusi :

Ekspektasi ongkos kerusakan bila kerusakan terjadi adalah :

$$E(\text{ongkos Kerusakan}) = 0,4(5 \text{ Juta}) + 0,6(11 \text{ Juta}) \\ = 8,6 \text{ juta}$$

Probabilitas kerusakan pada tahun tertentu dari alternatif A adalah 0,12 sehingga ekspektasi ongkos kerusakan per tahun adalah Rp. 8,6 juta x 0,12 = Rp. 1,032 juta.

Sedangkan ongkos operasional dari alternatif A tiap tahun adalah $4,5 \text{ juta} \times 0,2 = 0,9$ juta. Dengan demikian maka ongkos total tiap tahun untuk alternatif A adalah $= 1,032 + \text{Rp. } 0,9 \text{ Juta} = 1,932 \text{ juta}$. Selengkapnya perhitungan untuk ketiga alternatif diperlihatkan pada Tabel 7.3

Dengan melihat hasil pada Tabel 7.3 maka dapat disimpulkan bahwa alternatif B yang terbaik karena memberikan ongkos total tahunan yang terkecil.

Contoh 7.3

Pemerintah daerah sebuah propinsi sedang mempertimbangkan pembangun bendungan untuk menahan aliran sungai yang sering meluap pada musim hujan. Ada 5 proposal yang membutuhkan ongkos-ongkos dan memberikan tingkatannya berbeda. Proposal 1 misalnya membutuhkan biaya investasi Rp 142 miliar. Apabila proposal ini dipilih maka probabilitas bahwa banjir akan melampaui batas bendungan adalah 0,1 . ongkos perawatan pertahunnya adalah Rp 4,6 miliar dan kerugian yang akan diderita sebesar Rp 122 miliar apabila banjir melampaui batas bendungan. Data selengkapnya dari kelima proposal akan ditampilkan pada Tabel 7.4. apabila MARR adala 10%, proposal manakah yang diterima bila tujuan pemerintah adalah meminimasi ongkos-ongkos tahunan? Bendungan diestimasikan akan berumur 40 tahun.

Tabel 7.4. Data untuk Contoh 7.3 (angka dalam miliar)

proposal	Ongkos investasi	Ongkos perawatan/tahun	Probabilitas banjir > kapasitas	Kerugian bila banjir > kapasitas
1	142	4,6	0,1	122
2	154	4,9	0,05	133
3	170	5,4	0,025	144
4	196	6,5	0,0125	155
5	220	7,2	0,00625	180

Solusi :

Karena tujuan pemerintah adalah meminimumkan ekspektasi ongkos-ongkos tahunan maka data-data diatas harus dikonversi menjadi ongkos tahunan dengan tingkat bunga 10%. Ongkos-ongkos tahunan akan terdiri dari ongkos investasi, ongkos perawatan, dan ongkos kerusakan. Untuk proposal 1 misalnya, nilai ekspektasi nilai tahunannya adalah :

$$E(AC_1) = 142 (A/P, 10\%, 40) + 4,6 + 0,1 (122) = 31,3266$$

Dengan cara yang sama akan diperoleh :

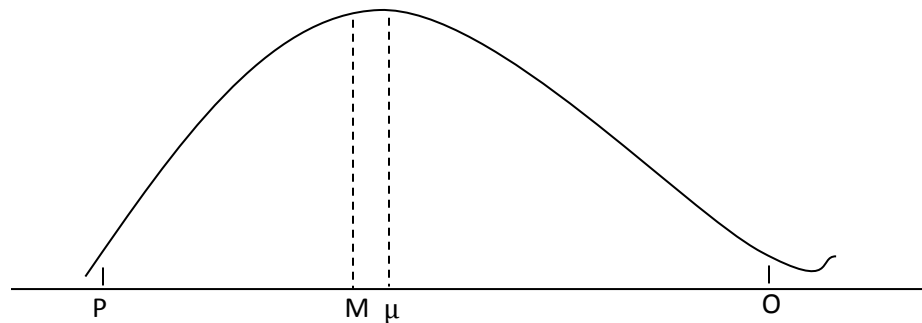
$$E(AC_2) = 27,3042$$

$$E(AC_3) = 26,3910$$

$$E(AC_4) = 28,4883$$

$$E(AC_5) = 30,8310$$

Dengan demikian maka proposal 3 yang akan diperoleh karena memberikan ekspektasi ongkos tahunan yang terkecil.



Gambar 7.1. Tipe distribusi beta

7.3.2 Representasi Variabel Investasi dengan Distribusi Beta

Untuk mendapatkan nilai rata-rata (nilai harapan) maupun varian dari distribusi beta Maka sifat-sifat distribusi beta dapat digunakan . Distribusi beta misalnya condong kekiri atau kekanan , tergantung pada besarnya nilai-nilai parameternya. Untuk menghitung estimasi rata-rata maupun varian , kita perlu mengidentifikasikan terlebih dahulu nilai batas bawah yang disebut dengan estimasi pesimis, nilai modus atau

estimasi yang paling mungkin terjadi, dan nilai batas atas yang disebut setimasi optimis. Ilustrasi grafis distribusi beta terlihat pada gambar 7.1

Apabila nilai estimasi pesimis disimpulkan dengan P, nilai estimasi optimis disimpulkan dengan O, dan nilai estimasi modul disimpulkan dengan M maka nilai harapan dari distribusi beta dapat dinyatakan dengan

$$\mu \text{ atay } E(x) = \frac{P+4M+O}{6} \quad (7.1)$$

dan besarnya varian dinyatakan dengan

$$\sigma^2 = \left(\frac{O-P}{6} \right)^2 \quad (7.2)$$

Contoh 7.4

Misalkan PT. ABC sedang mempertimbangkan sebuah proposal investasi dan data-data perkiraan aliran kas dan umur investasi terlihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5. Estimasi parameter untuk proposal

Contoh 7.4

Parameter	Estimasi optimis (O)	Estimasi modus (M)	Estimasi pesimis (P)
Ongkos awal	Rp. 75 Juta	Rp. 80 Juta	Rp. 100 Juta
Pendapatan / tahun	Rp. 20 Juta	Rp. 15 Juta	Rp. 12 Juta
Nilai sisa	Rp. 7 Juta	Rp. 4 Juta	Rp. 1 Juta
Umur investasi	10 tahun	8 tahun	6 tahun

Hitunglah :

- Nilai harapan dari ongkos awal, pendapatan per tahun dan nilai sisa
- Nilai harapan dari umur investasi
- Bila MARR perusahaan adalah 15%, apakah investasi itu layak dilakukan ?

Solusi :

a.

$$\begin{aligned} E(\text{ongkos awal}) &= \frac{P+4M+O}{6} \\ &= \frac{75 \text{ juta} + 4(80 \text{ juta}) + 100 \text{ juta}}{6} \\ &= 82,5 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(\text{pendapatan/tahun}) &= \frac{20 \text{ juta} + 4(15 \text{ juta}) + 12 \text{ juta}}{6} \\ &= 15,333 \text{ juta} \end{aligned}$$

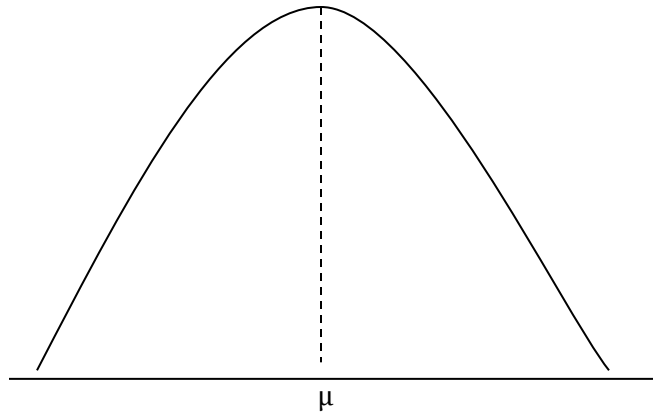
$$\begin{aligned} E(\text{nilai sisa}) &= \frac{27 \text{ juta} + 4(4 \text{ juta}) + 1 \text{ juta}}{6} \\ &= 4 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } E(\text{umur investasi}) &= \frac{10 + 4(8) + 1}{6} \\ &= 8 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

c. Nilai ekspektasi ROR dari investasi tersebut dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPW &= -82,5 \text{ juta} + 15,333 \text{ juta} (P/A, i\%, 8) + 4 \text{ juta} (P/F, i\%, 8) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Dengan mencoba $i = 15\%$ diperoleh $NPW = -12,395$ juta dan dengan melakukan interpolasi bila diketahui bahwa ROR yang diharapkan bisa dihasilkan kurang lebih 10,4%. Karena yang dihasilkan lebih rendah dari MARR maka usulan investasi ini tidak layak dilaksanakan.

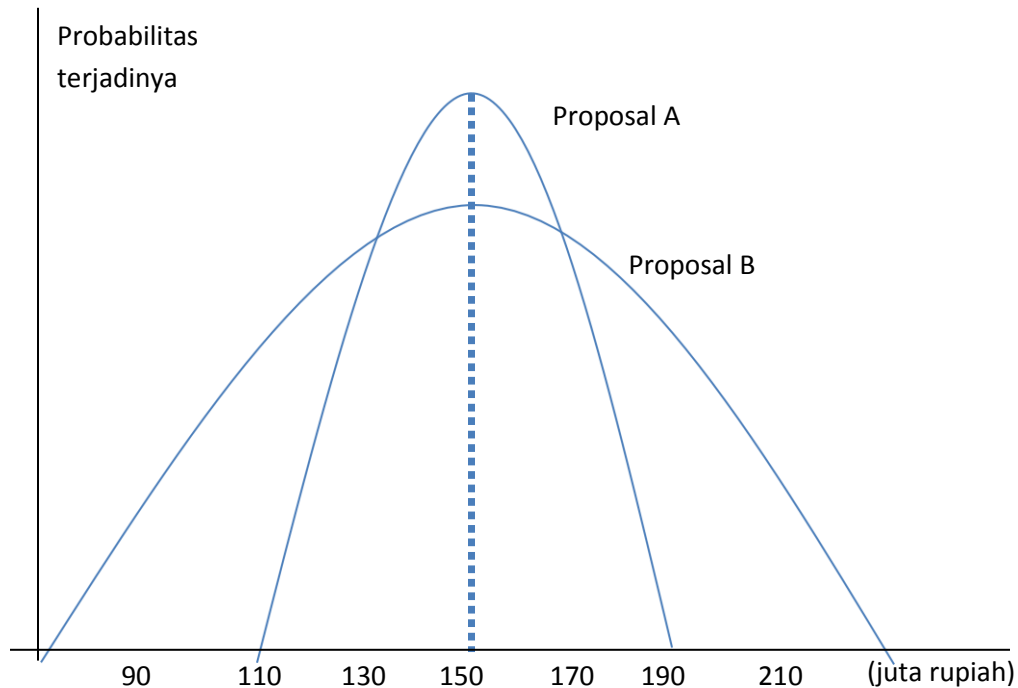


Gambar 7.2. Tipe distribusi normal

7.3.3 Representasi Variabel Investasi dengan Distribusi Normal

Distribusi normal adalah salah satu bentuk distribusi yang sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memang banyak sekali realita di dunia ini yang mengikuti distribusi normal. Ciri distribusi normal yang paling mudah diingat adalah bentuk distribusinya yang simetris dan menyerupai lonceng dengan garis tengah terletak pada nilai rata-ratanya, seperti pada Gambar 7.2. Parameter berkaitan dengan distribusi normal dan penting perannya dalam analisis risiko adalah nilai rata-rata (mean) dan standar deviasinya.

Pada analisis investasi, bukan hanya ukuran nilai ekspektasi yang perlu dilihat, namun juga distribusi penyebarannya, yang pada distribusi normal bisa kita lihat dari standar deviasinya. Risiko investasi akan lebih besar kalau kita memiliki standar deviasi yang lebih besar untuk nilai-nilai variabel investasi (seperti biaya investasi, umur, NPV, dll). Sebagai ilustrasi misalnya kita sedang mengevaluasi 2 buah proposal investasi yang sama-sama membutuhkan dana investasi sebesar Rp. 100 juta. Kedua proposal menjanjikan suatu ekspektasi penghasilan sebesar Rp. 150 juta pada akhir tahun keempat, yang mana nilai ekspektasi ini dihitung dari suatu distribusi probabilitas penghasilan yang dicapai seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.3.



Gambar 7.3. Distribusi probabilitas terjadinya keuntungan dari proposal A dan proposal B

Apabila kita hanya melihat ukuran nilai ekspektasi dari kedua proposal maka kita akan mengatakan bahwa kedua proposal tersebut sama baiknya. Namun dengan melihat grafik tersebut jelas bagi kita bahwa proposal A akan menanggung risiko yang jauh lebih rendah dari proposal B. dengan mengetahui bahwa ekspektasi keuntungannya sama, dan risikonya lebih tinggi B maka tentu sebaiknya dipilih adalah proposal A.

Contoh 7.5

Misalkan ada sebuah proposal investasi dengan estimasi aliran kas netto mengikuti distribusi probabilitas diskrit seperti yang ditunjukkan Tabel 7.6. tentukan nilai ekspektasi, standart deviasi, dan koefisien variasi dari kedua proposal. Dengan hasil perhitungan tersebut, tentukan proposal yang sebaiknya dipilih.

Tabel 7.6. data distribusi probabilitas untuk Contoh 7.5

Proposal A		Proposal B	
Probabilitas	Aliran kas netto	Probabilitas	Aliran kas netto
0,10	Rp. 20 juta	0,10	Rp. 30 juta
0,25	Rp. 30 juta	0,20	Rp. 35 juta
0,30	Rp. 40 juta	0,40	Rp. 40 juta
0,25	Rp. 50 juta	0,20	Rp. 45 juta
0,10	Rp. 60 juta	0,10	Rp.50 juta

Solusi :

Ekspektasi aliran kas netto dari proposal A adalah :

$$\begin{aligned}
 E(\text{aliran kas netto}) &= 0,10(20 \text{ juta}) + 0,25(30 \text{ juta}) + 0,30(40 \text{ juta}) + 0,25(50 \text{ juta}) + \\
 &\quad 0,10(60 \text{ juta}) \\
 &= 40 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

Dan untuk proposal B :

$$\begin{aligned}
 E(\text{aliran kas netto}) &= 0,10(30 \text{ juta}) + 0,20(35 \text{ juta}) + 0,40(40 \text{ juta}) + 0,20(45 \text{ juta}) + \\
 &\quad 0,10(50 \text{ juta}) \\
 &= 40 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

Standar deviasi Proposal A

$$\begin{aligned}
 \sigma_A &= \left[\begin{aligned} &0,10(20 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 + 0,25(30 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \\ &+ 0,30(40 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 + 0,25(50 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \\ &+ 0,10(60 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \end{aligned} \right] \\
 &= 11,402 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

Standar deviasi proposal B :

$$\sigma_B = \left[\begin{array}{c} 0,10(30 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 + 0,20(30 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \\ + 0,40(40 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 + 0,20(45 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \\ + 0,10(50 \text{ juta} - 40 \text{ juta})^2 \end{array} \right]$$

$$= 5,477 \text{ juta}$$

Koefisien variasi :

$$\text{Proposal A : } C_A = \frac{\sigma_A}{\mu_A} = \frac{11,402 \text{ juta}}{40 \text{ juta}} = 0,285$$

$$\text{Proposal B : } C_B = \frac{\sigma_B}{\mu_B} = \frac{5,377 \text{ juta}}{40 \text{ juta}} = 0,137$$

Dengan melihat bahwa koefisien variasi A lebih besar dari koefisien variasi B maka risiko lebih besar pada alternatif A sehingga yang dipilih alternatif B.

Tabel 7.7. Estimasi aliran kas untuk Contoh 7.6

Tahun	Situasi ekonomi		
	Lesu (prob. 0,2)	Stabil (prob. 0,6)	Agresif (prob. 0,2)
0	-5 juta	-5 juta	-5 juta
1	2,5 juta	2,0 juta	2,0 juta
2	2,0 juta	2,0 juta	3,0 juta
3	1,0 juta	2,0 juta	3,5 juta

Contoh 7.6

Perusahaan XX sedang memikirkan apakah sebuah peralatan produksi layak dibeli atau tidak. Peralatan ini memiliki harga awal Rp. 5 juta dan umur 3 tahun. Estimasi aliran kas masih mengandung ketidakpastian dan probabilitasnya akan tergantung pada kondisi ekonomi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.7. Apabila MARR adalah 15%, apakah perusahaan sebaiknya membeli peralatan tersebut.

Solusi :

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mencari nilai present worth dari setiap aliran kas pada situasi ekonomi yang berbeda. Selanjutnya nilai-nilai present worth ini dikalikan dengan bobot probabilitas terjadinya masing-masing situasi ekonomi untuk mendapatkan nilai harapan (ekspektasi) dari present worth alat tersebut.

$$\begin{aligned} PW_{\text{lesu}} &= -5 \text{ juta} + 2,5 \text{ juta} (P/F, 15\%, 1) + 2 \text{ juta} (P/F, 15\%, 2) + 1 \text{ juta} (P/F, 15\%, 3) \\ &= -5 \text{ juta} + 2,5 \text{ juta}(0,8696) + 2 \text{ juta}(0,7561) + 1 \text{ juta} (0,6575) \\ &= -0,656 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PW_{\text{stabil}} &= -5 \text{ juta} + 2 \text{ juta}(P/A, 15\%, 3) \\ &= -5 \text{ juta} + 2 \text{ juta}(2,283) = -0,434 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PW_{\text{Agresif}} &= -5 \text{ juta} + 2 \text{ juta}(P/F, 15\%, 1) + 3 \text{ juta}(P/F, 15\%, 2) + 3,5 \text{ juta}(P/F, 15\%, 3) \\ &= -5 \text{ juta} + 2 \text{ juta}(0,8696) + 3 \text{ juta}(0,7561) + 3,5 \text{ juta}(0,6575) \\ &= 1,309 \text{ juta} \end{aligned}$$

Dengan demikian maka ekspektasi besarnya nilai present worth adalah :

$$\begin{aligned} E(PW) &= 0,2(-0,656 \text{ juta}) + 0,6(-0,434 \text{ juta}) + 0,2(1,309 \text{ juta}) \\ &= -0,310 \text{ juta} \end{aligned}$$

Karena besarnya nilai harapan present worth lebih kecil dari nol maka peralatan tersebut tidak layak untuk dibeli.

7.4 Pendekatan Simulasi untuk Pengambilan Keputusan dengan Mempertimbangkan Risiko

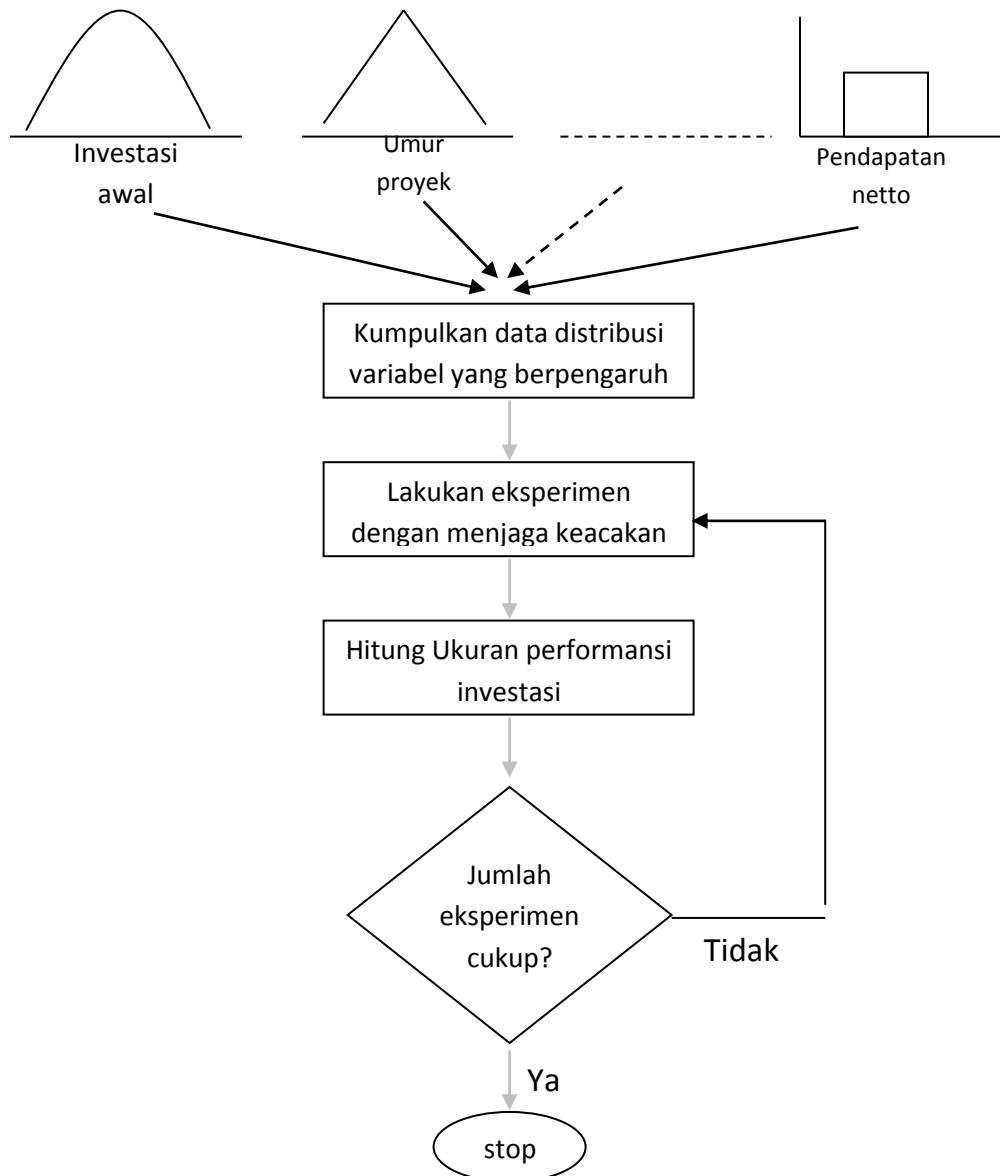
Kompleksitas pada pengukuran performansi ekonomi akan muncul dari interaksi variabel seperti umur proyek, tingkat suku bunga, aliran kas, dan sebagainya. Masing-masing variabel tersebut mungkin berdistribusi tertentu yang sulit diakomodasikan bila perhitungannya dilakukan dengan metode analisis. Sebagai contoh, bila sebuah usulan investasi diketahui memiliki data berikut :

- Investasi awal Rp. 500 juta
- Pendapatan bersih per tahun berdistribusikan normal dengan $\mu = 72$ juta dan $\sigma = 25$ juta
- Umur investasi berdistribusikan uniform diskrit antara 5-10 tahun
- Tingkat suku bunga berdistribusi normal dengan $\mu = 12\%$ dan $\sigma = 1,5\%$

Maka akan sangat sulit melakukan nilai ekspektasi net present value dari usulan investasi diatas. Cara yang paling mungkin untuk mengakomodasikan informasi diatas adalah simulasi, yang sering disebut juga sebagai pendekatan Monte Carlo.

Dengan berkembangnya computer sebagai sarana komputasi, pendekatan simulasi menjadi mudah dan efisien karena perhitungan-perhitungan yang volumenya besar bisa dilakukan dengan cepat. Perhitungan yang dibutuhkan memang banyak dalam metode simulasi mengingat metode ini pada prinsipnya adalah dengan tingkat kepercayaan yang tinggi apabila pengulangan dilakukan dengan jumlah yang banyak.

Simulasi biasanya dimulai dengan pengumpulan data-data yang akan dipertimbangkan seperti besarnya investasi awal, pendapatan tahunan, pengeluaran tahunan, nilai sisa, umur proyek, dan tingkat tertentu. Data-data diatas akan dipakai dasar dalam melakukan eksperimen. Eksperimen dilakukan dengan membangkitkan bilangan random uniform (0,1) yang kemudian ditransformasikan menjadi variabel yang dipertimbangkan.



Gambar 7.4. Langkah umum metode simulasi dalam evaluasi investasi

Eksperimen-eksperimen yang dilakukan bisa memberikan ukuran performansi proyek seperti net present value, annual worth, dan sebagainya, tergantung pada keinginan analis atau pengambil keputusan. Untuk mendapatkan ukuran-ukuran tersebut tentu harus dirancang konvensi yang sesuai. Pada akhirnya, sejumlah

eksperimen akan dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai ekspektasi yang dimaksud. secara global, proses simulasi bisa digambarkan seperti yang terlihat pada Gambar 7.4.

Sebagai ilustrasi, ikuti contoh 7.7. contoh ini memberikan gambar singkat simulasi kasus sederhana dalam permasalahan investasi.

Contoh 7.7

Sebuah rencana investasi diusulkan oleh tim pengembangan proyek pembangunan pabrik baru berteknologi tinggi untuk memproduksi kapal penangkap ikan. Banyak variabel yang tidak diketahui dengan pasti, namun untuk menyederhanakan persoalan data- data investasi dianggap diketahui sebagai berikut:

- Investasi awal berdisribusi uniform dengan batas Rp.100 milyar – 120 milyar.
- Pendapatan netto tahunan berdisribusi diskrit sebagai berikut:
 - Rp. 25 milyar dengan probabilitas 0,2
 - Rp. 30 milyar dengan probabilitas 0,5
 - Rp. 40 milyar dengan probabilitas 0,3
- Nilai sisa dianggap pasti Rp. 15 milyar
- Umur proyek dianggap pasti 6 tahun
- Tingkat suku bunga dianggap pasti 12% per tahun

Dengan data-data diatas , tentukan apakah usulan investasi tersebut layak diterima. Gunakan metode simulasi.

Solusi :

Untuk melakukan simulasi pada persoalan diatas diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Ada 2 distribusi probabilitas yang terlibat dalam permasalahan ini, yaitu distribusi probabilitas investasi awal dan distribusi probabilitas pendapatan

betto tahunan. Oleh karena itu, dibutuhkan 2 deret bilangan random. Pada Tabel 7.8 kedua urutan bilangan ini diperlihatkan pada kolom BR 1 dan BR 2. Bilangan random bisa diperoleh dengan berbagai macam cara, antara lain dengan membaca tabel bilangan random yang tersedia diberbagai literatur, dari komputer, dari kalkulator, atau dengan cara-cara lain. Keacakan dari bilangan-bilangan ini harus terjamin.

Tabel 7.8. Simulasi data berdistribusi probabilitas untuk Contoh 7.7

eksp	BR 1	Investasi Awal	BR 2	Pendap. netto	Nilai sis	Umur proyek	I (%)	NPW
1	0,778	116	0,672	30	15	6	12	14,941
2	0,285	106	0,410	30	15	6	12	24,941
3	0,770	115	0,994	40	15	6	12	57,055
4	0,362	107	0,182	25	15	6	12	3,384
5	0,180	104	0,327	30	15	6	12	26,941
6	0,146	103	0,039	25	15	6	12	7,384
7	0,967	119	0,467	30	15	6	12	11,941
8	0,521	110	0,987	40	15	6	12	62,055
9	0,345	107	0,678	30	15	6	12	23,941
10	0,664	113	0,761	40	15	6	12	59,055

2. Besarnya investasi awal ditentukan dengan bilangan random BR 1. Karena investasi awal berdistribusikan uniform (100 miliar – 120 miliar) maka digunakan rumus konversi dari bilangan random BR 1. Secara umum konversi dari bilangan random uniform (0,1) ke bilangan random uniform (a,b) bisa dilakukan dengan rumus konversi :

$$X = a + (b - a) RB$$

Dimana :

X =bilangan random uniform (a,b) yang dicari

a = batas bawah bilangan random U (a,b)

b = batas atas bilangan random U (a,b)

RN = bilangan random U(0,1) yang muncul.

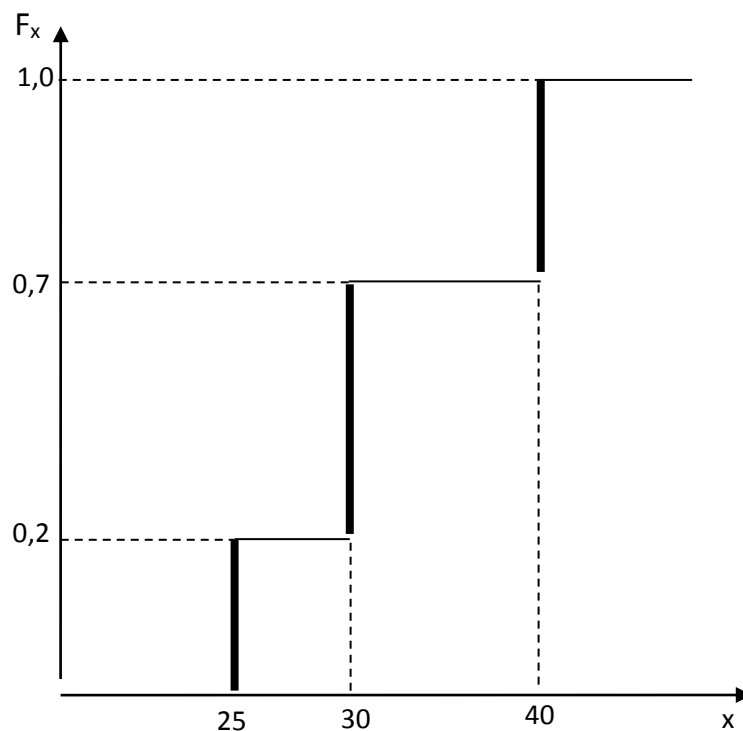
Pada persoalan ini , a = 100 miliar, b = 120 miliar, sehingga rumus konversinya bisa dibuat secara spesifik sebagai berikut :

$$X = 100 + 20 BR 1$$

Dengan X = ongkos investasi dalam miliar rupiah. Perhitungan ini dilakukan setiap eksperimen. Pada eksperimen pertama misalnya, $BR\ 1 = 0,778$ sehingga $X = 100 + 20(0,778) = 116$ miliar.

3. Dengan cara yang sama, pendapatan tahunan juga ditentukan. Hanya saja, dalam persoalan ini, pendapatan tahunan tidak berdistribusikan uniform, tetapi berdistribusikan diskrit dengan probabilitas 0,2, 0,5, dan 0,3 untuk nilai pendapatan tahunan netto masing-masing 25, 30, dan 40 miliar. Untuk melakukan konversi dari $BR\ 2$ ke pendapatan tahunan digunakan konsep inverse. Langkah pertama adalah membuat fungsi kumulatif dari distribusi diatas seperti pada Gambar 7.5.

Apabila $BR\ 2$ jatuh antara 0 – 0,2 maka pendapatan netto tahunan dari investasi tersebut adalah 25 miliar. Demikian halnya bila $BR\ 2\ 0,7 - 1,0$ pendapatan netto tahunannya menjadi 40 miliar. Pada eksperimen pertama misalnya, nilai $BR\ 2 = 0,672$ sehingga pendapatan netto tahunannya adalah 30 miliar.



Gambar 7.5. Konsep investasi untuk mendapatkan nilai variabel random pada distribusi diskrit

4. Nilai sisa diasumsikan pasti 15 miliar, umur proyek 6 tahun dan tingkat bunga 12%. Dengan demikian maka nilai NPW setiap eksperimen bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NPW = -P + A (P/A, 12\%, 6) + S (P/F, 12\%, 6)$$

Pada eksperimen pertama, nilai $P = 116$ miliar, $A = 30$ miliar sehingga :

$$\begin{aligned} NPW &= -116 + 30(P/A, 12\%, 6) + 15(P/F, 12\%, 6) \\ &= 14,941 \text{ miliar.} \end{aligned}$$

Perhitungan NPW dilakukan setiap eksperimen.

5. Banyaknya eksperimen harus ditentukan agar estimasi NPW atau ukuran lainnya yang dipakai memenuhi tingkat kepercayaan tertentu. Pada contoh ini eksperimen yang hanya dilakukan 10 kali sebenarnya masih jauh dari cukup. Pembaca dipersilahkan untuk menghitung sendiri tingkat kepercayaan yang dicapai dari 10 eksperimen ini. Dengan sepuluh eksperimen diperoleh eksperimen $NPW = 29,1638$ miliar sehingga biasa disimpulkan bahwa usulan investasi ini layak diterima. Pembaca juga disarankan untuk mengukur tingkat penyebaran dari nilai-nilai hasil eksperimen sehingga tingkat risiko bisa diukur secara kuantitatif. Simulasi semacam ini akan sangat mudah dilakukan dengan bantuan spread sheet.

7.5 Pengambilan Keputusan dengan Mempertimbangkan Ketidakpastian.

Situasi pengambilan keputusan dikatakan sangat tidak pasti apabila bilai-nilai yang mungkin terjadi diketahui, namun probabilitas terjadinya masing-masing nilai tersebut sama sekali tidak diketahui (bahkan pendekatan kasar pun sulit diperoleh). Untuk mengambil keputusan untuk situasi yang seperti ini, ada beberapa kriteria atau

metode yang bisa dipakai untuk memilih alternatif investasi yang lebih sesuai atau lebih menguntungkan dengan kriteria tersebut.

Beberapa dari metode ini dijelaskan berikut ini.

7.5.1 Kriteria Maximax dan Minimax

Kriteria Maximum maupun minimax di dasarkan pada suatu tinjauan yang konservatif (pesmitis) sehingga kriteia ini cocok digunakan oleh orang-orang yang biasanya menghindari risiko atau pada saat situasi pengambilan keputusan tidak menjanjikan hasil yang tidak optimistik. Pada kriteria maximin, pengambil keputusan akan memilih alternatif yang memberikan nilai minimum (terjelek) yang paling besar. Dengan kata lain kita menghitung terlebih dahulu nilai-nilai terjelek dari masing-masing alternatif dan selanjutnya kita memilih alternatif yang nilai terjeleknya paling besar atau paling baik. Sedangkan pada kriteria minimax kita memilih alternatif yang memberikan ongkos kesempatan maximum yang terkecil.

Contoh 7.8

Sebuah perusahaan jasa periklanan sedang mempertimbangkan investasi untuk perluasan usahanya. Ada 3 alternatif yang sedang dievaluasi, yaitu melakukan investasi secara besar-besaran dengan membuka beberapa kantor cabang (alternatif A), melakukan investasi sedang dengan menambah satu kantor pembantu (alternatif B), atau investasi kecil-kecilan dengan menambah satu unit kerja baru di tempat lama (alternatif C). Hasil yang dijanjikan oleh masing-masing alternatif akan sangat ditentukan oleh perkembangan permintaan dimasa mendatang. Apabila perusahaan akan untung sebesar Rp. 55 juta bila permintaan meningkat, untung Rp. 35 juta bila permintaan stabil, akan merugi Rp. 25 juta bila ternyata permintaan menurun. selengkapnya hasil yang mungkin dari masing-masing alternatif pada kondisi permintaan yang berbeda terlihat pada table 7.9

Tabel 7.9 nilai nilai keuntungan yang mungkin untuk 7.8 (angka dalam jutaan rupiah)

alternatif	Permintaan		
	meningkat (d1)	stabil (d2)	turun (d3)
A	55	35	-25
B	25	50	-10
C	20	15	11

Pilihlah alternatif mana yang terbaik bila di gunakan

Kriteria maximin

Kriteria minimax

Solusi :

Apabila kita menggunakan kriteia maximin maka terlebih dahulu kita menentukan nilai minimum setiap alternative .dari table 7.10 terlihat bahwa nilai minimum untuk alternative A adalah -25 . alternative B adalah -10 , dan alternative C adalah 11 nilai minimum yang terbesar dimiliki oleh C , sehingga alternative C yang di plih

Apabila kita menggunakan kriteria minimax maka kita harus menentukan besarnya ongkos-ongkos kesempatan masing masing alternative pada setiap permintaan alternative yang terjadi . Caranya adalah dengan mengurangi

nilai terbesar yang di janjikan pada suatu situasi dengan nilai yang di perkiraan di peroleh bila suatu alternatif .dipilih .sebagai contoh , bila permintaan ternyata meningkat maka nilai terbesar yang mungkin di peroleh adalah Rp 55 juta , yaitu bila alternative A dipilih . Bila yang dipilih adalah alternative B dan permintaan ternyata meningkat maka keuntungannya yang akan di peroleh adalah Rp 25 juta sehingga perusahaan akan kehilangan keuntungan sebesar $Rp\ 55\ juta - 20\ juta = Rp\ 30\ juta$. Apabila yang dipilih adalah alternative C dan permintaan ternyata meningkat maka perusahaan akan kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan sebesar $Rp\ 55\ juta - 20\ juta = Rp\ 35\ juta$. Demikian seterusnya sehingga diperoleh ongkos kesempatan seperti pada table 7.10

Table 7.10 Ongkos kesempatan untuk contoh 7.8 (dalam jutaan rupiah)

Alternatif	permintaan			ongkos terbesar
	D1	D2	D3	
A	0	15	36	36
B	30	0	21	30
C	35	35	0	35

Ongkos kesempatan yang terbesar untuk alternative A adalah Rp 36 juta , alternative B Rp 30 juta , dan alternative C adalah Rp 35 juta . dengan demikian maka yang dipilih adalah alternatif B karena ongkos kesempatan maksimumnya yang paling kecil.

7.5.2 Kriteria Maximax

Kriteria ini memiliki sifat yang berlawanan dengan kedua kriteria di atas (maximin dan minimax) . Kriteria maximax berdasarkan pada pandangan yang optimis , dimana pengambil keputusan akan memilih alternatif yang menjanjikan perolehan keuntungan maximum yang paling besar . secara lebih spesifik dapat dikatakan bahwa disini pengambil keputusan akan mencatat keuntungan maximum dari tiap tiap alternative , kemudian alternative yang keuntungan –keuntungannya paling besar akan dipilih .

Contoh 7.9

Dengan menggunakan kriteria maximax tentukanlah alternative yang terbaik contoh 7.8

Solusi :

Dengan melihat table 7.10 dapat diketahui bahwa nilai maximum alternative A adalah Rp 55 juta , alternative B adalah Rp 50 juta , dan alternative C adalah 20 juta , dengan demikian yang dipilih adalah alternative A

7.5.3 Kriteria Laplace

Kriteria ini biasanya dipakai bila pengambil keputusan tidak mengetahui sama sekali probabilitas terjadinya nilai nilai yang mungkin sehingga ia akan mengansumsikan bahwa semua nilai itu bisa terjadi dengan probabilitas yang sama . Dengan situasi ini maka pengambil keputusan akan memilih alternative yang memiliki rata yang besar dari nilai –nilai yang mungkin terjadi.

Contoh 7.10

Pilihlah alternative terbaik pada contoh 7.8 dengan menggunakan kriteria Laplace

Solusi :

Dengan aturan Lapalace , kita terlebih dahulu mentukan nilai rata-rata dari hasil yang mungkin terjadi untuk tiap alternative .

Untuk alternative A, B dan C

$$E(A) = \frac{55+35-25}{3} \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. 23, 333 juta}$$

$$E(B) = \frac{25+50-10}{3} \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. 21, 667 juta}$$

$$E(C) = \frac{20+15+12}{3} \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. 15, 667 juta}$$

7.5.4 kriteria Hurwicz

Kriteria ini di pakai bila pengambil keputusan merasa bahwa situasi pengambilan keputusan tidak memberikan optimism maupun pesimisme yang ekstrim .tingkat ooptimisme dalam kriteria ini dapat di wujudkan dengan memberikan bobot α yang besarnya antara 0 sampai 1 . nilai 0 akan di pakai bila pengambil keputusan sangat pesimis (seperti halnya kriteria maximin) dan nilai 1 akan di gunakan bila pengambil keputusan optimis (seperti halnya kriteria maximax) . Setelah memilih suatu nilai α , Selanjutnya harus di hitung nilai ekspektasi masing masing kriteria dengan rumus :

$$E(x) = \alpha (\text{nilai optimis}) + (1-\alpha) (\text{nilai pesimis})$$

Salah satu kelemahan kriteria hurwicz adalah kesulitannya dalam menentukan α

Contoh 7.11

Kembalilah pada contoh persoalan contoh 7.8 pilihlah alternative terbaik dengan metode hurwicz dengan mengasumsikan besar nya α (alpha) adalah 0,6

Solusi :

Nilai ekspektasi masing masing alternative adalah

$$E(A) = (0,6 \times 55 + 0,4 \times (-25)) \text{ juta}$$

$$= \text{Rp } 25 \text{ juta}$$

$$E(B) = 0,6 \times 50 + 0,4 \times (-10) \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. } 26 \text{ juta}$$

$$E(C) = (0,6 \times 20 + 0,4 \times 11) \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. } 16,4 \text{ juta}$$

Dengan demikian maka yang dipilih adalah alternative B.

Soal 7.6

1. Perusahaan bca memiliki estimasi nilai nilai keuntungan yang bisa di peroleh dengan probabilitas sebagai berikut

hasil yang mungkin	probabilitas terjadinya
(Xj)	(Pj)
Rp. 800 juta	0.3
Rp. 350 juta	0.6
Rp. 500 juta	0.1

Tentukanlah :

Ekspetasi

Varian

Standar deviasi

Internal (range)

Koefisien variasi

2. Sebuah mesin membutuhkan investasi awal Rp 75 juta , pendapatan netto tahunan di perkirakan sebesar Rp. 20 juta .estimasi umur mesin sulit dilakukan dengan pasti . Studi yang di lakukan menunjukan bahwa umur mesin ditribusi sebagai berikut :

umur	probabilitas
3	0.2
4	0.5
5	0.2
6	0.1

Hitunglah ekspetasi NPV dari mesin tersebut bila siku bunga adalah 15% .
Apakah mesin ini layak di beli ?

3. Sebuah perlatan kontruksi di perkirakan bisa digunakan secara normak selama 2 tahun . Harga awal perlatan ini adalah Rp 25 juta . Nilai yang di sumbangkan oleh perlatan ini pertahunya mengikuti distibusi sebagai berikut :

nilai	probabilitas
10juta	0.1
15juta	0.2
20juta	0.7

Di samping itu , peralatan yang di perkirakan membutuhkan biaya perawatan sebesar Rp 0,4 juta apabilakerusakan terjadi . kerusakan di perkirakan tidak lebih dari # kali dalam setahun dengan probabilitas sebagai berikut :

frekuesnsi kerusakan	probabilitas
1	0.6
2	0.3
3	0.1

Hitunglah ekspetasi pendapatan tahunan dari alat tersebut bila $MARR = 12\%$.
Apakah peralatan ini layak beli ?

- Sebuah perusahaan pengolah kayu lapis sedang memikirkan alat tranportasi produknya dari pabrik ke gudang produk jadi letaknya cukup berjauhan . Ada 2 alternatif yang dipertimbangan yaitu menyewa truk atau membelinya .kebutuhan truk per hari rata rata 5 buah . sewa truk dalam satu hari Rp 50.000,- .Pengiriman

produk tidak dilakukan tiao hari dan jumlah dimana truk di butuhkan selama satu tahun adalah Variable dengan ditribusi sebagai berikut :

jumlah hari truk di butuhkan selama setahun	probabilitas
<hr/>	
100	0.1
120	0.1
140	0.4
160	0.3
180	0.1

Asumsikan bahwa truk harus di sewa kelima limanya setiap hari pengirimian harus di lakukan . Apabila perusahaan membeli truk sekarang , harga per satu buah treuk adalah Rp 65 juta .Massa pemakaian di perkirakan 10 thn dengan nilai sisa nol . Ongkos operasional dan perawatan untuk sebuah truk pertahunya adalah juta . Biaya ini tidak di keluarkan perusahaanya menyewa truk . Debgan MARR 15% , tentukan alternative mana yang di pilih perusahaan . gunakan NPV atau NAW . Abaikan pajak kasus ini .

5. Ilustrasi awal pada pabrik tegel diperkirakan sebesar Rp. 2,5 Miliar. Pendapatan netto tahunan diperkirakan Rp. 0,5 Miliar dan nilai sisa Rp. 0,4 Miliar. Umur proyek mengikuti distribusi beta dengan nilai P, M dan D masing-masing 4, 6 dan 8 tahun. MARR mengikuti distribusi sebagai berikut :

MARR	Probabilitas
10%	0.1
15%	0.5
20%	0.4

Hitunglah ekspektasi NPV. Berapakah probabilitas proyek akan menguntungkan?

6. Seorang analisis ekonomi teknik sedang melakukan perhitungan kelayakan sebuah proyek yang memiliki estimasi nilai pesimis, modus, dan nilai optimis dari nilai-nilai parameternya sebagai berikut:

Parameter	O	M	P
Ongkos awal	Rp.100juta	Rp.125juta	Rp.140juta
Pendapatan / tahun	Rp.20juta	Rp.17juta	Rp.15juta
Nilai sisa	Rp.4juta	Rp.1juta	Rp.1juta
Umur proyek	11 tahun	10tahun	9tahun

- tentukan nilai harapan masing-masing parameter
- carilah ekspektasi nilai ROR. Bila MARR perusahaan adalah 13%. Apakah proyek ini layak dilaksanakan?

7. Hitunglah nilai ekspektasi present worth dari estimasi aliran kas yang probabilitasnya seperti pada tabel berikut. Asumsikan bunga sebesar 15%

Tahun	aliran kas		
	Prob.0.3	Prob.0.3	Prob.0.3
0	-8juta	-10juta	-12juta
1	3juta	2,5juta	0
2	3juta	3juta	0
3	3juta	3,5juta	10juta
4	3juta	4juta	8juta

8. Manajer Teknik Industri sedang mempertimbangkan 3 alternatif investasi yaitu A,B, dan C. Besarnya nilai NPV dari tiap alternatif pada situasi ekonomi yang berbeda ditunjukkan pada tabel berikut:

Situasi ekonomi	NPV		
	A	B	C
Resesi	-10juta	-2juta	3juta
Stabil	2juta	5juta	5juta
Berkembang	20juta	15juta	10juta

Apabila probabilitas terjadinya resesi adalah 0,2 dan probabilitas terjadinya situasi ekonomi stabil adalah 0,5 :

- tentukan koefisien variasi NPV masing-masing alternatif proyek

- b. berdasarkan ukuran risiko, alternatif mana yang seharusnya dipilih?
- c. Pada nilai-nilai probabilitas situasi ekonomi berapa alternatif proyek A akan sama baiknya dengan alternatif B? Buat juga alternatif sensitivitasnya.

9. Pengelola sebuah pusat hiburan sedang mempertimbangkan pembukaan suatu studio baru yang menyalurkan keinginan penonton yang memiliki selera film yang berbeda-beda. Investasi awal membutuhkan biaya Rp. 400 juta. Banyaknya penonton per bulan pada tahun pertama diperkirakan mengikuti distribusi sebagai berikut :

Jumlah penonton perbulan	Probabilitas
1000	0,2
1500	0,3
2000	0,3
2500	0,2

Setiap satu orang penonton menyumbangkan pendapatan netto sebesar Rp. 2500. Jumlah penonton diperkirakan naik pertahunnya dengan kenaikan mengikuti distribusi uniform antara 100 sampai 3000 orang. Buatlah analisis kelayakan proyek ini bila MARR= 12% dan umur proyek 10 tahun. Gunakan metode simulasi monte carlo dengan perulangan minimal 20 kali.

10. Matriks berikut memberikan tabulasi ekspektasi pendapatan bersih dari 4 alternatif strategi pemesanan suatu jenis produk pada situasi pasar yang berbeda.

		situasi pasar				
		P1	P2	P3	P4	P5
strategi	S1	10	20	25	30	20
	S2	20	25	25	25	40
	S3	15	10	0	45	20
	S4	40	35	30	25	15

- a. Tentukan strategi yang harus pilih bila digunakan kriteria maximin
- b. Gunakan kriteria maximax
- c. Gunakan kriteria minimax
- d. Gunakan metode Hurwicz dengan $\alpha=0,4$

Bab 8

Depresiasi

POKOK BAHASAN

- 8.1 Pendahuluan
- 8.2 Akuntansi Depresiasi
- 8.3 Dasar Perhitungan Depresiasi
- 8.4 Metode-metode Depresiasi
- 8.5 Metode garis Lurus (SL)
- 8.6 Metode Jumlah Digit Tahun (SOYD)
- 8.7 Metode Keseimbangan Menurun (DB)
- 8.8 Metode Depresiasi Singking Fund (SF)
- 8.9 Penggantian Metode Depresiasi
- 8.10 Metode Depresiasi Unit Produksi (UP)
- 8.11 Perbandingan Metode-metode Depresiasi
- 8.12 Depresiasi pada Kelompok Aset
- 8.13 Deplesi
- 8.14 Soal

8.1 Pendahuluan

Depresiasi dan pajak adalah dua faktor yang sangat penting dipertimbangkan dalam studi ekonomi teknik. Walaupun depresiasi tidak berupa aliran kas, namun besar dan waktunya akan mempengaruhi pajak yang akan ditanggung oleh perusahaan. Pajak adalah aliran kas. Oleh karenanya pajak harus dipertimbangkan seperti halnya ongkos-ongkos peralatan, bahan, energy, tenaga kerja, dan sebagainya. Pengetahuan yang

baik tentang depresiasi dan system pajak akan sangat membantu dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan investasi.

Depresiasi pada dasarnya adalah penurunan nilai suatu properti atau aset karena waktu dan pemakaian. Depresiasi pada suatu properti atau aset biasanya disebabkan karena satu atau lebih faktor-faktor berikut:

1. Kerusakan fisik akibat pemakaian dari alata atau properti tersebut.
2. Kebutuhan produksi atau jasa yang lebih baru dan lebih besar.
3. Penurunan kebutuhan produksi atau jasa
4. Properti atau aset tersebut menjadi usang karena adanya perkembangan teknologi
5. Penemuan fasilitas-fasilitas yang bisa menghasilkan produk yang lebih dengan ongkos yang lebih rendah dan tingkat keselamatan yang lebih memadai

Besarnya depresiasi tahunan yang dikenakan pada suatu properti akan tergantung pada beberapa hal yaitu (1) ongkos investasi dari properti tersebut, (2) tanggal pemakaian awalnya, (3) estimasi masa pakainya, (4) nilai sisa yang ditetapkan, dan (5) metode depresiasi yang digunakan.

Besarnya depresiasi biasanya diatur sedemikian rupa sehingga perusahaan bisa menekan jumlah pajak yang harus dibaya. Karena pertimbangan-perimbangan nilai waktu dari uang, biasanya depresiasi akan dikenakan lebih besar pada tahun-tahun awal dari pemakaian suatu properti dan akan semakin menurun pada tahun-tahun berikutnya.

Tidak semua jenis properti atau aset bisa didepresiasi. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar suatu aset atau properti bisa didpresiasi, antara lain :

1. Harus digunakan untuk keperluan bisnis atau untuk memperoleh penghasilan
2. Umur ekonomisnya bisa dihitung
3. Umur ekonomisnya lebih dari satu tahun
4. Harus merupakan sesuatu yang digunakan, sesuatu yang menjadi usang, atau sesuatu yang nilainya menurun karena sebab-sebab ilmiah

Aset atau properti yang didepresiasi bisa berwujud atau tidak berwujud. Properti yang berwujud bisa dilihat dan diraba. Prperti yang tidak berwujud tidak bisa dilihat atau diraba, seperti hak cipta atau paten.

Akuntansi depresiasi

Dengan bahasa yang lebih spesifik, depresiasi bisa dikatakan sebagai beban tahunan yang ditujukan untuk menutup nilai investasi awal dikurangi nilai sisa selama masa pakai ekonomis dari aset atau properti yang didepresiasi. Jadi, depresiasi sebetulnya adalah pengeluaran bukan tunai yang mempengaruhi aliran kas melalui pajak pendapatan.

Akuntansi depresiasi adalah untuk mengalokasikan nilai terdepresiasi dari suatu aset selama umur depresiasinya. Akuntansi depresiasi akan memberikan (1) pengambilan modal yang telah diinvestasikan pada properti, (2) estimasi nilai (jual) dari aset yang didepresiasi, dan (3) depresiasi maksimum yang diperbolehkan oleh undang-undang pajak. Karena tujuan 2 dan 3 bisa mengakibatkan angka depresiasi yang sangat berbeda maka biasanya perusahaan membuat dua buah laporan keuangan yang didasarkan pada dua metode depresiasi akuntansi. Bahkan, ada perusahaan yang membuat 3 jenis laporan keuangan yang masing-masing ditujukan tujuan pajak, untuk keperluan internal, dan untuk pihak pemegang saham.

Besarnya nilai depresiasi dalam satu tahun buku biasanya tercantum dalam neraca pada bagian aktiva (sebelah kiri). Nilainya dibuat dalam tanda negatif dibawah jumlah aktiva tetap sehingga secara langsung akan mengurangi nilai total dari aktiva tetap. Dengan demikian maka depresiasi termasuk dalam pengeluaran sebelum pajak (tax deductible expense)

Dasar perhitungan depresiasi

Berbagai pengeluaran yang terjadi pada saat produksi adalah termasuk pengeluaran yang dikurangkan dari pendapatan sebelum pendapatan tersebut dikenakan pajak (tax deductible). Sebagai contoh, pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan tenaga kerja, bahan, perawatan, asuransi, tingkat bunga, dan sebagainya dikurangkan secara langsung pada saat dipakai sehingga pendapatan yang kena pajak telah dikurangi terlebih dahulu dengan pengeluaran-pengeluaran diatas. Disisi lain, pemakaian fasilitas-fasilitas produksi seperti gedung, mesin-mesin, kendaraan, hak paten, dan sebagainya bukanlah pengeluaran yang terjadi secara langsung seperti halnya item-

item diatas, tetapi merupakan pengeluaran tak langsung sehingga diwujudkan dalam bentuk depresiasi.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, untuk melakukan depresiasi pada suatu properti diperlukan data-data yang berkaitan dengan ongkos awal, umur ekonomis, dan nilai sisa dari properti tersebut.

Nilai awal atau yang sering juga disebut dasar depresiasi (depreciation base) adalah harga awal dari suatu properti atau aset yang terdiri dari harga beli, ongkos pengiriman, ongkos instalasi, dan ongkos-ongkos lain yang terjadi pada saat menyiapkan aset atau properti tersebut sehingga siap dipakai.

Nilai sisa adalah nilai perkiraan suatu aset pada akhir umur depresiasinya. Nilai sisa biasanya merupakan pengeluaran dari nilai jual suatu aset tersebut dengan biaya yang dibutuhkan untuk mengeluarkan atau memindahkan aset tersebut. Dari sini dapat dinyatakan :

Nilai sisa = nilai jual-ongkos pemindahan

Nilai buku suatu aset pada suatu saat adalah nilai investasi setelah dikurangi dengan total nilai depresiasi sampai saat itu. Karena biasanya depresiasi dibebankan tiap tahun maka nilai buku dihitung pada akhir tahun sesuai dengan konvensi akhir periode yang telah dijelaskan pada bab 2. Sedangkan nilai jual suatu aset mengacu pada jumlah uang yang bisa diperoleh bila aset tersebut dijual dipasar bebas. Hampir selalu bisa dipastikan nilai buku suatu aset tidak sama dengan nilai jualnya. Bahkan, bangunan-bangunan komersial atau tanah harga jualnya selalu naik manakala nilai bukunya akan turun karena depresiasi. Nilai jual suatu aset lebih penting dipertimbangkan apabila kita melakukan studi ekonomi teknik untuk mengambil keputusan yang berkaitan dengan alternatif-alternatif investasi.

Metode-motode depresiasi

Banyak metode yang bisa dipakai untuk menentukan beban depresiasi tahunan dari suatu aset. Diantara metode-metode tersebut, yang sering dipakai adalah :

1. Metode garis lurus (straight line atau SL)
2. Metode jumlah digit tahun (sum of years digit atau SOYD)
3. Metode keseimbangan menurun (declining balance atau DB)

4. Metode dana sinking (sinking fund atau SF)
5. Metode unit produksi (production unit atau UP)

Metode Garis Lurus (SL)

Metode depresiasi garis lurus didasarkan atas asumsi bahwa berkurangnya nilai suatu aset secara linier (proporsional) terhadap waktu atau umur dari aset tersebut. Metode ini cukup banyak dipakai karena perhitungannya memang cukup sederhana. Besarnya depresiasi tiap tahun dengan metode SL dihitung berdasarkan :

$$D_t = \frac{P - S}{N}$$

Dimana :

D_t = besarnya depresiasi pada tahun ke-t

P = ongkos awal dari aset yang bersangkutan

S = nilai sisa dari aset tersebut

N = masa pakai (umur) dari aset tersebut dinyatakan dalam tahun

Karena aset didepresiasi dengan jumlah yang sama tiap tahun maka aset tersebut dikurangi dengan besarnya depresiasi tahunan dikalikan t, atau :

$$BV_t = P - tD_t$$

$$= P - \left[\frac{P - S}{N} \right] t$$

Tingkat depresiasi (rate of depreciation), d, adalah bagian dari P-S yang didepresiasi tiap tahun. Untuk metode SL, tingkat depresiasi adalah :

$$D = \frac{1}{N}$$

Contoh 8.1

Misalkan sebuah perusahaan membeli alat transportasi dengan harga Rp. 38 juta dan biaya pengiriman dan uji coba besarnya adalah Rp. 1 juta. Masa pakai ekonomis dari alat ini adalah 6 tahun dengan perkiraan nilai sisa sebesar Rp. 3 juta. Gunakanlah metode depresiasi garis lurus untuk menghitung :

- Nilai awal dari alat tersebut
- Besarnya depresiasi tiap tahun
- Nilai buku alat tersebut pada akhir tahun kedua dan akhir tahun ke lima
- Buat tabel jadual depresiasi dan nilai buku selama masa pakainya
- Plot nilai terhadap umur dari alat tersebut

Solusi :

- Nilai awal dari alat tersebut adalah harga ditambah biaya pengiriman dan uji cobanya, yaitu :

$$P = \text{Rp. 38 juta} + \text{Rp. 1 juta} = \text{Rp. 39 juta}$$

- Besarnya depresiasi tiap tahun :

$$D_t = \frac{P - S}{N}$$

$$= \frac{\text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 3 juta}}{6}$$

$$= \text{Rp. 6 juta}$$

- Nilai buku pada akhir tahun kedua :

$$BV_t = P - tD_t$$

$$\begin{aligned} BV_2 &= \text{Rp. 39 juta} - 2 \times \text{Rp. 6 juta} \\ &= \text{Rp. 27 juta} \end{aligned}$$

Dan pada akhir tahun kelima :

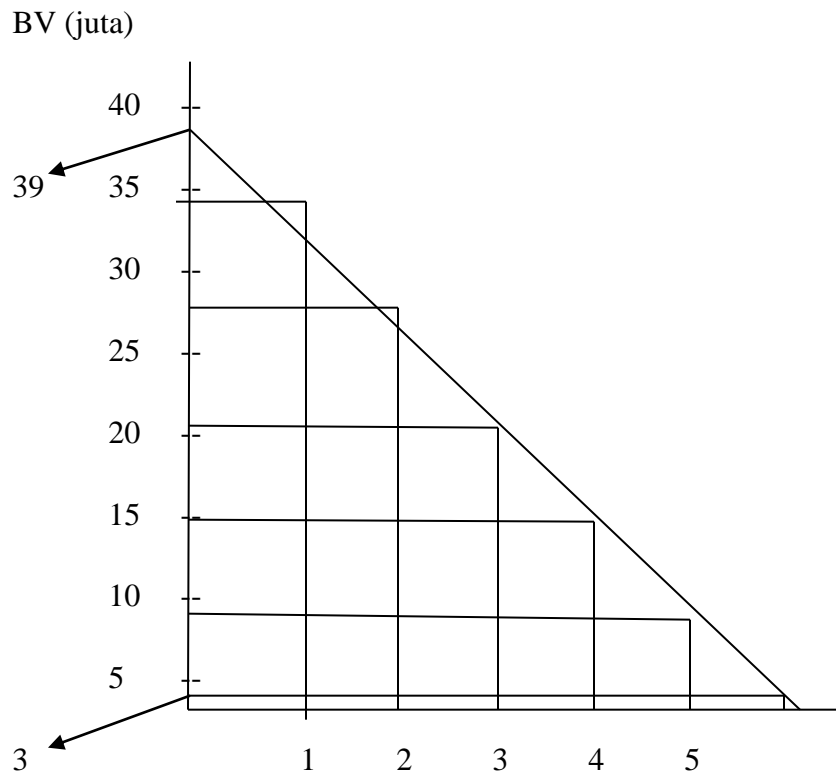
$$\begin{aligned} BV_5 &= \text{Rp. 39 juta} - 5 \times \text{Rp. 6 juta} \\ &= \text{Rp. 9 juta} \end{aligned}$$

- Tabel jadual depresiasi terlihat pada tabel 8.1

- e. Gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara nilai buku terhadap waktu (umur alat) diperlihatkan pada gambar 8.1

Tabel 8.1 tabel untuk contoh 8.1

Akhir tahun	depresiasi tahun akhir tahun	nilai buku
0	0	Rp.39juta
1	Rp.6juta	Rp.33jta
2	Rp.6juta	Rp.27juta
3	Rp.6juta	Rp.21juta
4	Rp.6juta	Rp.15juta
5	Rp.6juta	Rp.9juta
6	Rp.6juta	Rp.3juta



Gambar 8.1 Grafik nilai buku Vs umur alat untuk contoh 8.1

8.6 Metode Jumlah Digit Tahun (SOYD)

SOYD adalah salah satu metode yang dirancang untuk membebankan depresiasi lebih besar pada tahun-tahun awal dan semakin kecil untuk tahun-tahun berikutnya. Ini berarti metode SOYD membebankan depresiasi yang lebih cepat dari metode SL .

Depresiasi yang dipercepat ini erat kaitannya dengan perhitungan pajak pendapatan. Suatu perusahaan mungkin menggunakan metode garis lurus untuk menghitung depresiasi asetnya sehingga beban ini akan terdistribusi secara merata pada harga pokok produksi produk-produk yang dihasilkannya. Dengan demikian maka harga jual dari produk-produk perusahaan tersebut relatif tetap. Di sisi lain perusahaan mungkin menggunakan metode depresiasi yang dipercepat seperti SOYD sebagai dasar perhitungan pajak pendapatan.

Cara perhitungan depresiasi dengan metode SOYD dimulai dengan jumlah digit tahun dari 1 sampai N. Angka yang diperoleh dinamakan jumlah digit tahun (SOYD). Besarnya depresiasi tiap tahun diperoleh dengan mengalikan ongkos awal dikurangi nilai sisa (P-S) dari aset tersebut dengan rasio antara jumlah tahun sisa umur aset terhadap nilai SOYD. Secara matematis besarnya depresiasi tiap tahun dapat ditulis :

$$D_t = \frac{\text{nilai sisa aset}}{\text{SOYD}} (\text{ongkos awal}-\text{nilai sisa})$$

$$= \frac{N-t+1}{SOYD} (P-S), (t+1, 2, \dots, N)$$

Dimana :

D_t = beban depresiasi pada tahun ke-t

SOYD = jumlah digit tahun dari 1 sampai N

Besarnya SOYD dari suatu aset yang umurnya N tahun adalah :

$$SOYD = 1 + 2 + 3 + \dots + (N-1) + N$$

$$= \frac{N(N+1)}{2}$$

Misalkan sebuah aset memiliki umur ekonomis 6 tahun maka jumlah digit tahunnya adalah $1+2+3+4+5+6 = 21$ atau $6 \times 7 / 2 = 21$

Besarnya nilai buku pada suatu saat bisa diperoleh tanpa harus menghitung depresiasi pada tahun-tahun sebelumnya. Rumus yang dipakai dalam perhitungan nilai buku adalah :

$$BV_t = P - \frac{t(N-t/2+0,5)}{SOYD} (P-S)$$

Tingkat depresiasi akan menurun tiap tahun. Tingkat depresiasi yang terjadi pada tahun ke-t, D_t , dihiung dari rumus :

$$D_t = \frac{N - t + 1}{SOYD}$$

Dimana nilai sebenarnya adalah faktor pengali dari (P-S) untuk mendapatkan besarnya depresiasi pada suatu saat. Semakin besar t maka D_t akan semakin kecil sehingga beban depresiasi juga semakin menurun dengan bertambahnya umur aset. Bila suatu aset berumur 6 tahun maka tingkat depresiasi selama umurnya ditunjukkan pada tabel 8.2

Tabel 8.2. tingkat depresiasi dengan SOYD pada aset yang umurnya 6 tahun

T	1	2	3	4	5	6
D_t	6/21	5/21	4/21	3/21	2/21	1/21

Contoh 8.2

Dengan menggunakan data-data pada contoh 8.1, gunakanlah metode depresiasi SOYD untuk menghitung besarnya depresiasi dan nilai buku tiap tahun. Plot juga besarnya nilai buku terhadap umur peralatan tersebut .

Solusi :

Jumlah digit tahun = 1+2+3+4+5+6 =21

Besarnya depresiasi pada tahun pertama :

$$D_t = \frac{N-t+1}{SOYD} (P-S)$$

$$D_t = \frac{6-1+1}{21} (\text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 3 juta})$$

$$= \frac{6}{21} (\text{Rp.36 juta})$$

$$= \text{Rp. 10, 286 juta}$$

$$D_t = \frac{6-2+1}{21} (\text{Rp.36 juta})$$

$$= \text{Rp. 8,571 juta}$$

$$D_t = \frac{6-3+1}{21} (\text{Rp.36 juta})$$

$$= \text{Rp. 6,857 juta}$$

Tabel 8.3 jadual depresiasi dan nilai buku untuk contoh 8.2

Akhir tahun	Depresiasi tahun (Rupiah)	Nilai buku akhir tahun (Rupiah)
0	0	39,000 juta

1	6/21 x 36,00 juta= 10,286 juta	28,714 juta
2	5/21 x 36,00 juta= 8,571 juta	20,143 juta
3	4/21 x 36,00 juta= 6,857 juta	13,286 juta
4	3/21 x 36,00 juta= 5,143 juta	8,143 juta
5	2/21 x 36,00 juta= 3,429 juta	4,714 juta
6	1/21 x 36,00 juta= 1,714 juta	3,000 juta

Perhitungan selanjutnya sampai D_6 terlihat pada tabel 8.3 sedangkan perhitungan nilai buku setiap akhir tahun bisa dilakukan dengan mengurangi langsung nilai buku akhir tahun sebelumnya dengan besarnya depresiasi pada tahun yang bersangkutan. Pada akhir tahun pertama misalnya, nilai bukunya adalah Rp. 39 juta – Rp. 10,286 juta = Rp. 28,714 juta, atau dihitung dengan rumus :

$$BV_t = P - \frac{t(N-t/2+0,5)}{SOYD} (P-S)$$

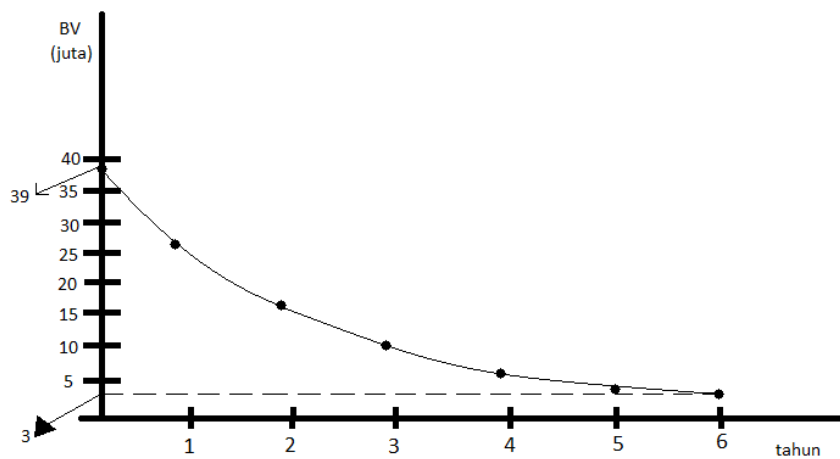
$$= \text{Rp. 39 juta} - \frac{1(6-\frac{1}{2}+0,5)}{21} (\text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 3 juta})$$

$$= \text{Rp. 39 juta} - (0,2857)(\text{Rp. 36 juta})$$

$$= \text{Rp. 28,714 juta}$$

Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 8.3

Bila diplot dalam grafik maka hubungan antara umur aset dengan nilai buku tampak seperti gambar 8.2



8.7 Metode Keseimbangan Menurun (DB)

Seperti halnya metode jumlah digit tahun, metode keseimbangan menurun juga menyusutkan nilai suatu aset lebih cepat pada tahun-tahun awal dan secara progresif

menurun pada tahun-tahun selanjutnya. Metode ini bisa dipakai bila umur aset lebih dari 3 tahun. Besarnya depresiasi pada tahun tertentu dihitung dengan mengalihkan suatu persentase tetap dari nilai buku aset tersebut pada akhir tahun sebelumnya.

Dengan demikian bahwa besarnya beban depresiasi pada tahun ke-t adalah :

$$D_t = dBV_{t-1}$$

Dimana :

d = tingkat depresiasi yang ditetapkan

BV_{t-1} = nilai buku aset pada akhir tahun sebelumnya (t-1)

Nilai buku pada akhir tahun ke-t akan menjadi :

$$BV_t = BV_{t-1} - D_t$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (8.9) ke persamaan (8.10) maka akan diperoleh :

$$BV_t = BV_{t-1} - dBV_{t-1}$$

$$= BV_{t-1} (1 - d)$$

Dengan rumus rekursif (8.11), besarnya beban depresiasi pada tahun ke-t juga bisa dinyatakan dengan :

$$D_t = d(1 - d)^{t-1}P$$

Demikian pula nilai buku pada akhir tahun ke-t bisa diekspresikan dengan :

$$BV_t = d(1 - d)^{t-1}P$$

Selama BV_t lebih besar atau sama dengan nilai sisa (S) yang telah ditetapkan.

Sering kali kita ingin mendapatkan jawaban kapan suatu aset akan mencapai nilai buku tertentu. Nilai buku suatu aset (BV_t) akan sama dengan suatu nilai (F) setelah t tahun, dimana :

$$t = \frac{\ln(\frac{F}{P})}{\ln(1-d)}$$

atau bila kita ingin mengetahui tingkat depresiasi pada saat itu maka jawabannya bisa diperoleh dengan menggunakan formula :

$$d = 1 - \left[\frac{F}{P} \right]^{1/t}$$

Tentu dari sini kita juga bisa menentukan kapan suatu aset akan mencapai nilai sisa (setelah didepresiasi). Dengan mengganti F dengan S pada persamaan (8.14) maka akan diperoleh t yang menyatakan waktu saat mana nilai sisa yang ditetapkan akan sama dengan nilai buku dari aset tersebut .

Hampir selalu kita jumpai bahwa perhitungan depresiasi dengan metode DB tidak akan menurunkan nilai buku suatu aset persis pada besarnya nilai sisa yang telah ditetapkan. Bila besarnya depresiasi yang telah dihitung dengan metode DB membawa nilai buku ke suatu nilai yang kurang dari nilai sisanya maka besarnya depresiasi harus disesuaikan sedemikian rupa sehingga nilai sisa pas dicapai pada akhir umur aset tersebut.

Persentase maksimum yang diperbolehkan dipakai pada metode DB adalah 200% dari tingkat depresiasi garis lurus. Jadi, bila metode garis lurus mendepresiasi suatu aset dengan tingkat $1/n$ tiap tahunnya maka persentase tetap maksimum yang diperbolehkan dipakai pada model DB adalah $2/N$. Bila suatu perusahaan menggunakan batas maksimum ini maka metode DB secara spesifik dinamakan metode DDB (double declining balance) .

Contoh 8.3

Selsaikan kembali contoh 8.1 dengan metode DDB

Solusi :

Dengan menggunakan DDB maka tingkat depresiasi yang dipakai adalah 200% dari tingkat depresiasi dengan garis lurus. Metode garis lurus pada soal tersebut menggunakan tingkat depresiasi $1/N = 1/6$. Dengan demikian maka tingkat depresiasi yang digunakan pada metode DDB disini adalah $1/3$

Depresiasi pada tahun pertama didapat dari :

$$D_t = d \times BV_0$$

$$= d \times P$$

$$= 1/3 \times \text{Rp. 39 juta}$$

$$= \text{Rp. 13 juta}$$

Nilai buku pada akhir tahun pertama :

$$BV_1 = BV_0 - D_1$$

$$= P - D_1$$

$$= \text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 13 juta}$$

$$= \text{Rp. 26 juta}$$

Selanjutnya hasil-hasil perhitungannya terlihat pada tabel 8.4

Tampak pada tabel 8.4 bahwa nilai buku aset pada akhir umur depresiasinya lebih besar dari nilai sisa yang ditetapkan. Oleh karenanya besarnya depresiasi pada tahun ke-6 harus disesuaikan sedemikian rupa sehingga nilai buku pada akhir tahun ke-6 adalah Rp. 3 juta. Demikian maka besarnya depresiasi pada tahun ke-6 bukannya Rp. 1,71 juta, tetapi Rp. 2, 14 juta .

Tabel 8.4 jadual depresiasi dengan metode DDB untuk contoh 8.3

Akhir tahun	Depresiasi tahun (Rupiah)	Nilai buku akhir tahun (Rupiah)
0	0	39,00juta
1	$1/3333 \times 39,00 \text{ juta} = 13,00 \text{ juta}$	26,00 juta
2	$1/3 \times 26,00 \text{ juta} = 8,67 \text{ juta}$	17,33 juta
3	$1/3 \times 17,33 \text{ juta} = 5,77 \text{ juta}$	11,56 juta
4	$1/3 \times 11,56 \text{ juta} = 3,85 \text{ juta}$	7,71 juta
5	$1/3 \times 7,71 \text{ juta} = 2,57 \text{ juta}$	5,14juta
6	$1/3 \times 5,14 \text{ juta} = 1,71 \text{ juta}$	3,43 juta

8.8 Metode depresiasi sinking fund (SF)

Asumsi dasar yang digunakan pada metode depresiasi sinking fund adalah bahwa penurunan nilai suatu aset semakin cepat dari suatu saat ke saat berikutnya. Peningkatan ini diakibatkan karena disertakannya konsep nilai waktu dari uang sehingga besarnya depresiasi akan meningkat seiring dengan tingkat bunga yang berlaku. Dengan kata lain, besarnya depresiasi akan lebih kecil pada tahun-tahun awal periode depresiasi. Dengan sifat yang demikian maka pemakaian metode depresiasi sinking fund tidak akan menguntungkan bila ditinjau dari sudut pajak yang harus ditanggung perusahaan. Alasan inilah yang menyebabkan metode depresiasi ini jarang dipakai.

Besarnya nilai patokan depresiasi tiap tahun dihitung dari konversi nilai yang akan didepresiasi (P-S) selama N periode ke nilai seragam tahunan dengan bunga sebesar $i\%$, atau :

$$A = (P-S) (A/F, i\%, N)$$

Dengan demikian maka besarnya depresiasi pada tahun ke-t adalah jumlah dari nilai patokan depresiasi (A) dengan bunga yang dihasilkannya.

Jadi, depresiasi pada tahun pertama adalah A, pada tahun kedua adalah $A(1+i)$, dan pada tahun ke-t adalah $A(1+i)^{t-1}$, atau sama dengan $A(F/P, i\%, t-1)$. Dari sini bisa dihitung besarnya depresiasi pada tahun ke-t adalah :

$$D_t = (P - S) (A/F, i\%, t-1)$$

Besarnya beban depresiasi ini juga bisa dinyatakan dengan selisih nilai buku pada suatu tahun (t) dengan nilai buku pada tahun sebelumnya (t-1). Dengan pernyataan lain :

$$D_t = BV_{t-1} - BV_t$$

Dimana nilai buku pada periode t adalah nilai awal aset tersebut setelah dikurangi akumulasi nilai patokan depresiasi maupun bunga yang terjadi sampai saat itu. Atau dapat juga dirumuskan :

$$BV_t = P - A(F/A, i\%, t)$$

Atau

$$BV_t = P - (P-S) (A/F, i\%, N) (F/A, i\%, t)$$

Contoh 8.4

Kembalilah pada contoh 8.1 hitunglah depresiasi yang terjadi serta nilai bukunya selama periode depresiasi dengan mengasumsikan MARR sebesar 12% dengan metode depresiasi sinking fund

Solusi :

Besarnya depresiasi tiap tahun bisa dihitung dengan terlebih dahulu mencari nilai depresiasi dasarnya, yaitu :

$$A = (P-S) (A/F, i\%, N)$$

$$= (Rp.39 \text{ juta} - Rp. 3 \text{ juta}) (A/F, 12\%, 6)$$

$$= Rp. 36 \text{ juta} (0,12323)$$

$$= \text{Rp. 4,436 juta}$$

Besarnya depresiasi pada tahun pertama adalah sama dengan nilai depresiasi dasar, yaitu Rp. 4,436 juta. Atau bisa juga langsung dihitung dengan rumus 8.17 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D_1 &= (P-S) (A/F, i\%, N) (F/P, i\%, t-1) \\ &= (\text{Rp.36 juta}) (A/F, 12\%,6) (F/P,12\%,0) \\ &= \text{Rp. 36 juta} (0,12323) (1) \\ &= \text{Rp. 4, 436 juta} \end{aligned}$$

Nilai buku pada akhir tahun pertama adalah nilai awal dikurangi besarnya depresiasi pada tahun pertama, yaitu RP. 39 juta – Rp. 4,436 juta = Rp. 34,564 juta. Atau bisa juga langsung dihitung dengan rumus 8.19 atau 8.20 seperti berikut :

$$\begin{aligned} BV_t &= (P-A) (A/F, i\%, N) \\ &= (\text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 4,436 juta}) (F/A, 12\%, 1) \\ &= (\text{Rp. 39 juta} - \text{Rp. 4,436 juta}) (1) \\ &= \text{Rp. 34,564 juta} \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil-hasil perhitungan selengkapnya dari besarnya depresiasi dan nilai buku setiap tahun samapai akhir periode depresiasi terlihat pada tabel 8.5.

Akhir tahun	Depresiasi tahun (Rupiah)	Nilai buku akhir tahun (Rupiah)
0	0	39,000 juta
1	4,436juta	34,564 juta
2	4,968juta	29,596 juta
3	5,565juta	24,031 juta
4	6,232juta	17,799 juta
5	6,980juta	10,819 juta
6	7,819juta	3,000 juta

8.9 Penggantian Metode Depresiasi

Sebagaimana telah diuraikan pada bagian sebelumnya bahwa laju depresiasi akan mempengaruhi besarnya nilai present wort dari pajak harus ditanggung oleh

perusahaan. Untuk tujuan memperkecil nilai present worth dari pajak yang akan dikenakan pada perusahaan, metode depresiasi yang lajunya lebih tinggi pada tahun-tahun awal lebih menguntungkan. Dengan demikian maka metode DB atau SOYD lebih disukai dibandingkan metode SL atau SF. Seingkali untuk mempercepat laju depresiasi, perusahaan melakukan penggantian dari satu metode depresiasi ke model yang lainnya selama periode depresiasi suatu aset. Biasanya penggantian ini dilakukan dari metode DB ke metode SL . jadi, pada beberapa tahun awal periode depresiasi, perusahaan menggunakan metode DB dan pada tahun-tahun terakhir diganti dengan metode SL. Penentuan kapan metode ini harus diganti mestinya diputuskan melalui perhitungan agar nilai present worth dari pajak yang dibayar perusahaan menjadi minimum.

Ada beberapa aturan umum yang harus diikuti perusahaan ingin melakukan penggantian model depresiasi antara lain:

1. Penggantian diperbolehkan pada tahun ke- t apabila pada tahun tersebut metode depresiasi yang baru (pengganti) menghasilkan nilai depresiasi yang lebih besar dari metode depresiasi yang lama (yang akan diganti). Sebagai contoh, misalkan suatu aset didepresiasi dengan metode DDB dan dengan ini diperoleh $D_3=1000$ dan bila menggunakan metode SL, $D_3=1200$ maka pada tahun yang ketiga perusahaan boleh mengganti metode depresiasinya dari DDB ke SL jadi, pada tahun ke- t kita harus memilih metode yang

memberikan besarnya depresiasi yang lebih besar. Secara sistematis hal ini bisa dirumuskan sebagai berikut: $D_t^* = \max.[D_t^e, D_t^n]$

Dimana:

D_t^* = metode depresiasi yang dipilih pada priode t

D_t^e = metode depresiasi yang lama (yang akan diganti)

D_t^n = metode depresiasi yang baru (pengganti)

2. Metode depresiasi apapun yang dipakai, nilai buku suatu aset tidak boleh lebih rendah dari nilai sisa yang ditentukan pada awal priode atau pada saat pembelian aset tersebut .
3. Nilai buku yang belum terdepresiasi digunakan sebagai dasar untuk menghitung D_t pada saat penggantian dipertimbangkan untuk dilakukan.
4. Hanya boleh melakukan sekali penggantian model depresiasi selama umur depresiasi suatu aset

Dengan melakukan penggantian model depresiasi maka besarnya present worth dari depresiasi yang akan dibayar akan maksimum sehinggalah nilai present worth dari pajak yang akan ditanggung akan minimum.

Sebagai contoh, misalkan kita ingin mendepresiasi suatu aset dengan metode DDB pada tahun pertama awal dan metode ini akhirnya akan diganti dengan SL maka prosedurnya sebagai berikut:

1. Penggantian dari metode DDB atau DB ke SL akan menguntungkan nilai nilai buku yang dihasilkan dari depresiasi DB atau DDB pada akhir priode depresiasi lebih besar dar nilai sisa yang ditetapkan. Bila hal ini tidak terpenuhi maka tetap gunakan metode DDB atau DB dan tidak perlu dilakukan penggantian. Jadi, penggantian layak apabila:

$$BV_N = P(1-d)^N > s$$

Dimana BV_N nilai buku pada akhir priode depresiasi bila digunakan metode DB atau DDB, d adalah tingkat depresiasi dan S adalah nilai sisa yang ditetapkan.

2. Bila persamaan (8.22) diatas terpenuhi, hitunglah nilai depresiasi dengan DDB maupun SL tiap tahun.

$$D_t^{DDB} = Dbv_{t-1}$$

$$D_t^{SL} = \frac{BV_{t-1} - S}{n - t + 1}$$

3. Untuk tiap priode atau tahun, pilih yang lebih besar dari kedua nilai diatas, dari persamaan (8.23) dan (8.24). jadi, besarnya depresiasi pada tahun t untuk $t = 1, 2, \dots, n$ adalah D_t^*

Dimana:

$$D_t^* = \max [D_t^{DDB}, D_t^{SL}]$$

4. Begitu D_t^{SL} lebih besar dari D_t^{DDB} , lakukan penggantian dari metode DDB ke SL.

Contoh 8.5

Perusahaan ABC membeli sebuah mesin bo seharga Rp.10 juta dan diperkirakan berumur 8 tahun dengan nilai sisa Rp.0,5juta. Hitunglah besarnya depresiasi tahunan dengan:

- Metode garis lurus(SL).
- Metode DDB
- Dengan melakukan penggantian dari DDB ke SL
- Bandingkan besarnya nilai present worth dari ketiga cara tersebut, gunakan $i = 15\%$

Solusi :

- Dengan menggunakan garis lurus (SL)

$P = \text{Rp.}10\text{juta}$, $S = \text{Rp.}0,5\text{juta}$ $N=8\text{tahun}$

$$D_t = \frac{10\text{juta} - 0,5\text{juta}}{8}$$

$$= 1,1875 \text{ juta}$$

Nilai present worth dari depresiasi dengan metode ini adalah :

$$P_D = \text{Rp.}1,1875 \text{ juta } (p/A, 15\%, 8)$$

$$= \text{Rp.}1,1875 \text{ juta } (4,4873)$$

$$= \text{Rp.}5,3287 \text{ juta}$$

tahun	D_t (rupiah)	BV_t (rupiah)
0	0	10,000 juta
1	2,500 juta	7,500 juta
2	1,875 juta	5,625 juta
3	1,406 juta	4,129 juta
4	1,055 juta	3,164 juta
5	0,791 juta	2,373 juta
6	0,593 juta	1,780 juta
7	0,445 juta	1,335 juta
8	0.334 juta	1,001 juta

- b. Bila kita menggunakan metode DDB maka besarnya tingkat depresiasi $(d)=2/N = 2/8=0,25$. Dengan $d= 0,25$ maka jadwal depresiasi dan nilai bukunya terlihat pada tabel 8.6

Nilai present worth dari besarnya depresiasi dengan metode DDB ini dapat dihitung dengan mengkonversi nilai nilai depresiasi yang terlihat pada tabel 8.6 ke nilai sekarang(p). Jadi, $p=2,5(p/f,15\%,1) + 1,875 \text{ juta } (p/f,15\%,2)+1,406\text{juta}(p/f,15\%,3+..+0,334\text{juta } (p/f,15\%,8)=\text{Rp. } 6,045 \text{ juta}$

- c. Untuk melakukan penggantian model depresiasi maka prosedur diatas akan diikuti:

1. Dihitung terlebih dahulu apakah BV_8 lebih besar dari Rp.0,5juta (nilai sisa yang ditetapkan). Pada tabel 8.6 terlihat bahwa BV_8 adalah Rp.1,001 juta (lebih besar dari nilai sisa yang ditetapkan) sehingga pengganti metode depresiasi akan menguntungkan.

Catatan: BV_8 juga bisa langsung dihitung melalui persamaan (8.13) berikut: $BV_8 = (1-0,25) \times \text{Rp. } 10\text{juta} = \text{Rp. } 1,001 \text{ juta}$

2. Perhitungan besarnya depresiasi 3tahun dengan kedua metode terlihat pada tabel 8.7 pada kolom kedua dan ketiga masing masing terlihat besarnya depresiasi dan nilai buku untuk model DDB. Nilai nilainya persis sama dengan yang terlihat pada tabel 8.6. pada kolom keempat terlihat besarnya depresiasi dengan metode SL (apabila ingin diganti pada tahun ke-t). Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tahun pertama:

$$D_1^{SL} = \frac{10\text{juta} - 0,5\text{juta}}{8} = \text{Rp. } 1,1875 \text{ juta}$$

Tahun kedua:

$$BV_1 = \text{Rp. } 7,5 \text{ juta}$$

$$D_2^{SL} = \frac{7,5\text{juta} - 0,5\text{juta}}{7} = \text{Rp. } 1\text{juta}$$

Tahun keenam:

$$BV_5 = \text{Rp. } 2,373 \text{ juta}$$

$$D_6^{SL} = \frac{2,373\text{juta} - 0,5\text{juta}}{7} = \text{Rp. } 0,264\text{juta}$$

Tabel 8.7 jadual depresiasi dengan penggantian DDB-SL, contoh 8.5

Tahun	metode DDB		D_t^{SL} (rupiah)	D_t^* (rupiah)
	D_t^{DDB} (rupiah)	BV_t (Rupiah)		
0	0	10,000 juta	0	0
1	2,500 juta	7,500 juta	1,188 juta	2,500 juta
2	1,875 juta	5,625 juta	1,000 juta	1,875 juta
3	1,406 juta	4,219 juta	0,854 juta	1,406 juta
4	1,055 juta	3,164 juta	0, 774 juta	1,055 juta
5	0,791 juta	2,373 juta	0,666 juta	0,791 juta
6	0,593 juta	1,780 juta	0,624 juta	0,624 juta
7	0,445 juta	1,335 juta	0,639 juta	0,624 juta
8	0,334 juta	1,001 juta	0,835 juta	0,624 juta

Dari tabel 8.7 terlihat bahwa pada tahun ke-6 besarnya depresiasi dengan metode SL sudah lebih besar dari metode DDB. Dengan demikian maka mulai tahun ke-6 metode depresiasi yang digunakan adalah metode SL. Perlu diperhatikan disini bahwa begitu metode SL dipakai maka besarnya depresiasi tiap tahun adalah sama (sebesar Rp.0,624juta pada contoh ini) sampai akhir priode depresiasi.

Besarnya nilai present worth dari depresiasi yang menggunakan metode DDB – SL ini dapat dihitung dengan mengkonfersi nilai nilai depresiasi pada kolom 5 tabel 8.7 kenilai present worth . jadi, besarnya adalah :

$$P=2,5 \text{ juta} \quad (p/f, 15\%, 1) + 1,875 \text{ juta} \\ (p/f, 15\%, 2) + \dots + 0,624 \text{ juta} (p/f, 15\%, 8) = \text{Rp.6,221 juta}$$

Dengan membandingkan niai nilai present worth dari ketiga metode diatas maka terlihat bahwa metode ketiga (penggantian dari DDB ke SL) adalah yang paling menguntungkan karena nilai present worth-nya paling benar.

8.10 metode depresiasi unit produksi (UP)

Apabila penyusutan suatu aset lebih ditentukan oleh intensitas pemakaiannya dibandingkan denganlamanya alat tersebut dimiliki maka depresiasinya bisa didasarkan atas unit produksi atau unit output dari aset atau properti tersebut. Pada prinsipnya, unit produksi bisa dinyatakan dari salah satu ukuran berikut:

- a. Output produksi, misalnya volume atau berat dari material yang dipindahkan oleh suatu alat pengangkutan material pada tahun tertentu dibandingkan dengan berat atau volume material yang diperkirakan bisa dipindahkan selama masa pakai dari alat tersebut.

- b. Hari oprasi, menunjukan jumlah hari suatu aset selama tahun tertentu dibandingkan dengan ekpektasi total hari operasi dari aset tersebut selama masa pakainya.
- c. Proyeksi pendapatan, menunjukkan estimasi pendapatan pada tahun tertentu dari suatu aset yang disewakan dibandingkan dengan estimasi pendapatan dari penyewaan alat tersebut selama masa pakainya.

Pada metode depresiasi unit produksi ini, besarnya depresiasi diperhitungkan sama untuk tiap satuan output produksi dari aset tersebut, tanpa memperhitungkan berapa lama output tersebut dicapai. Unit output atau unit produksi ini bisa dinyatakan dengan dari salah satu dari 3 ukuran yang diuraikan diatas. Misalkan u_t adalah jumla unit produksi suatu aset selama tahun t dan U adalah total unit produksi dari aset tersebut selam masa pakainya, maka besarnya depresiasi pada tahun t adalah jumlah yang boleh didepresiasi $(p-s)$ dikalikan dengan rasio U_t/U . Dengan kata lain,

$$D_t = \frac{U_t}{U}$$

Dengan demikian maka nilai buku pada akhir tahun ke- t diberikan oleh:

$$BV_t = p - \frac{p-s}{U}(u_1+u_2+..+u_t)$$

Contoh 8.6

Sebuah alat pemecah batu dibeli dengan harga Rp.12juta dengan perkiraan umur 5 tahun dan nilai sisa Rp.2juta pada akhir umurnya. Pemecah batu ini digunakan dalam pembangunan sebuah dam yang diperkirakan selama 5tahun. Dengan menyesuaikan dengan jadwal pembangunan dam, pekerjaan pemecahan batu yang akan ditangani oleh alat ini selama 5tahun berturut turut (dalam meter kubik) adalah 8000,12000,18000,8000 dan 4000. Dengan metode unit produksi, tentukan lah besarnya depresiasi dan nilai buku tiap tahun.

Solusi:

Total unit produksi selama 5 tahun adalah:

$$U=8000+12000+18000+8000+ 4000=50000$$

Nilai yang akan terdepresiasi selama 5tahun adalah :

$$P-S= \text{Rp.12 juta}-\text{Rp 2juta}$$

$$=\text{Rp.10juta}$$

Dengan demikian maka nilai D_t dan BV_t selama 5tahun berturut turut adalah sebagai berikut:

$$D_1= 8/50 (10\text{juta})= \text{Rp.1,6juta}$$

$$BV_1 = \text{Rp.}12\text{Juta} - \text{Rp.}1,6\text{juta} = \text{Rp. } 10,4 \text{ juta}$$

$$D_2 = 12/50(10\text{juta}) = \text{Rp.}2,4\text{juta}$$

$$BV_2 = \text{Rp.}10,4\text{juta} + \text{Rp.}2,4\text{juta} = \text{Rp. } 8\text{juta}$$

$$D_3 = 18/50(10\text{juta}) = \text{Rp.}3,6\text{juta}$$

$$BV_3 = \text{Rp.}8\text{juta} - \text{Rp.}3,6\text{juta} = \text{Rp.}4,4\text{juta}$$

$$D_4 = 8/50(10\text{juta}) = \text{Rp.}1,6 \text{ juta}$$

$$BV_4 = \text{Rp.}4,4\text{juta} + \text{Rp.}1,6\text{juta} = \text{Rp } 2,8 \text{ juta}$$

$$D_5 = 4/50 (10\text{juta}) = \text{Rp.}0,8\text{juta}$$

$$BV_5 = \text{Rp.}2,8\text{juta} + \text{Rp.}0,8\text{juta} = \text{Rp.}2\text{juta.}$$

8.11 Perbandingan Metode-metode Depresiasi

Semua metode depresiasi yang diuraikan di atas memiliki karakteristik tersendiri. Metode garis lurus adalah metode yang paling mudah cara perhitungannya dan cukup banyak dipakai. Metode ini mengakibatkan nilai buku suatu asset menurun dengan kecepatan tetap. Metode jumlah digit tahun (SOYD) dan metode keseimbangan menurun (DB dan DDB) adalah metode-metode yang dipercepat, artinya menimbulkan depresiasi yang lebih besar pada tahun-tahun awal periode depresiasi. Kedua metode ini akan menguntungkan ditinjau dari segi pembayaran pajak. Pada umumnya metode (DB(terutama DDB) lebih cepat menurunkan nilai buku dibandingkan dengan metode SOYD.

Metode depresiasi singking fund adalah metode yang terbalik dengan metode DB atau SOYD, karena besarnya depresiasi justru lebih kecil pada tahun-tahun awal dibandingkan dengan pada tahun-tahun berikutnya. Dari segi beban pajak, metode ini tidak memberikan keuntungan sehingga hampir tidak ada perusahaan yang menggunakannya. Sedangkan metode unit produksi tidak memiliki pola yang jelas karena besarnya depresiasi akan tergantung pada penjadualan produksi, bukan pada masa pakai aset atau alat yang bersangkutan. Oleh karenanya, metode ini bisa mempercepat atau memperlambat depresiasi.

Perbandingan metode-metode depresiasi tersebut melihat pada Gambar 8.3 yang memperlihatkan grafik antara waktu dengan nilai buku aset pada metode-metode depresiasi yang berbeda.

8.12 Depresiasi pada Kelompok Aset

Pada organisasi atau perusahaan yang besar yang memiliki berbagai macam aset dalam jumlah yang banyak, depresiasi bisa dilakukan atas dasar kelompok-kelompok tertentu dari aset tersebut. Pengelompokan-pengelompokan ini dilakukan untuk memudahkan perhitungan depresiasi dalam catatan akutansi perusahaan.

Pengelompokan berbagai aset dalam kaitannya dengan depresiasi biasanya dipilih salah satu dari 3 jenis pengelompokan berikut :

1. Perhitungan group (group account) yang biasanya terdiri dari aset-aset yang memiliki estimasi masa pakai yang hampir sama seperti mesin fotocopy, truk, dan sebagainya.
2. Perhitungan klasifikasi (classified account) yang biasanya terdiri dari aset-aset yang memiliki karakteristik yang sejenis tetapi masa pakainya berbeda-beda, misalnya peralatan-peralatan konstruksi.

3. Perhitungan komposit (composite account) yang biasanya terdiri aset-aset yang memiliki karakteristik maupun masa pakai yang berbeda-beda.

8.13 Deplesi

Secara teoritis deplesi berbeda dari depresiasi. Depresiasi adalah penyusutan nilai suatu aset karena pemakaian dari aset tersebut atau karena waktu, sedang deplesi adalah hasil dari aktivitas pengambilan atau pemindahan suatu aset yang dilakukan dengan sengaja. Apabila sumber-sumber alam dieksploitas dalam proses produksi maka dalam hal ini akan terjadi deplesi sumber-sumber alam tadi. Beberapa contoh deplesi adalah pengambilan batu bara dari suatu pusat pertambangan, pengambilan kayu dari hutan, reservuarnya di dalam tanah, dan sebagainya.

Deplesi maupun depresiasi sama-sama menunjukkan penurunan nilai suatu aset melalui pemakaian nilai aset tersebut. Sumber mineral memiliki nilai karena produk yang dihasilkannya bisa dijual. Jadi, penjualan aset atau produk dari aset adalah kompensasi dari penurunan nilai aset tersebut melalui deplesi atau depresiasi.

Pada depresiasi aset yang masa pakainya sudah habis maka diasumsikan bahwa aset tersebut diganti dengan aset yang baru dan sama dengan yang sebelumnya, namun pada deplesi penggantian ini tidak mungkin dilakukan. Pada proses manufackturing misalnya, besarnya nilai dari yang dibebankan pada depresiasi diinventasikan kembali pada aset baru untuk menjaga kelanjutan produksi . Akan tetapi, pada proses pertambangan batubara, tidak mungkin untuk menginventasikan beban deplesi menjadi sumber-sumber batubara yang baru.

Perhitungan beban (ongkos) deplesi mirip dengan metode depresiasi unit produksi yang telah dibahas sebelumnya, yakni beban deplesi didasarkan atas banyaknya sumber alam yang dikonsumsi dan nilai awal dari sumber alam tersebut. Misalkan sebuah sumber minyak diestimasikan mengandung 1 juta barel minyak

yang membutuhkan modal awal sebesar Rp. 1,7 milyar untuk mengeksploitasinya. Tingkat unit deplesi untuk sumber minyak ini adalah Rp. 1,7 milyar per 1 juta barel = Rp 1700 per barel. Apabila pada suatu tahun diproduksi minyak sebesar 50 ribu barel dari sumber ini maka beban depresiasi pada tahun tersebut adalah 50 ribu barel x Rp. 1700 per barel = Rp 85 juta.

8.14

1. Sebuah mesin memiliki harga awal Rp. 12 juta, umur 8 tahun, dan nilai sisa Rp. 2 juta, hitunglah beban depresiasi dan nilai buku mesin tersebut setiap tahun dengan metode SL. Berapakah tingkat depresiasinya.
2. Sebuah truk yang harga awalnya Rp. 46 juta diestimasikan memiliki umur 8 tahun dengan nilai sisa Rp. 6 juta, Berapakah beban depresiasinya tiap tahun dari truk tersebut dan berapakah nilai yang tak terdepresiasi (undepreciated) pada akhir tahun ke-5 telah digunakan metode SL?
3. Sebuah aset memiliki harga awal Rp. 60 juta dengan nilai sisa Rp. 5 juta setelah 11 tahun. Apabila digunakan metode depresiasi DB dengan tingkat 10% hitunglah:
 - a. beban depresiasi pada tahun ke-2
 - b. beban depresiasi pada tahun ke-9
 - c. nilai buku pada akhir tahun ke-9
4. Sebuah aset dibeli 10 tahun yang lalu seharga Rp. 4,8 juta. Aset ini telah didepresiasi dengan metode SL dengan estimasi umur total 20 tahun dan nilai sisa Rp. 0,8 juta. Berapakah selisih nilai buku saat ini (dengan metode SL) dan

nilai buku aset tersebut bila menggunakan metode DB dengan tingkat bunga 10%?

5. Sebuah mesin dibeli dengan harga Rp. 32 juta dan estimasi umurnya adalah 5 tahun. Nilai sisanya diperkirakan Rp. 3,5 juta.
 - a. tentukanlah beban depresiasi tahunan selama umurnya dengan metode SOYD
 - b. berapakah tingkat depresiasi yang harusnya digunakan agar nilai buku yang pada akhir tahun ke -5 sama dengan estimasi nilai sisa bila digunakan metode DB?
6. Hitunglah besarnya depresiasi tiap tahun dan besarnya nilai buku tiap akhir tahun dari sebuah aset yang nilai awalnya adalah Rp. 50 juta, umurnya 4 tahun dan nilai sisanya Rp. 10 juta dengan menggunakan :
 - a. Metode SL
 - b. Metode SOYD
 - c. Metode DDB
 - d. Metode SF dengan tingkat bunga 10%
7. Sebuah aset memiliki nilai awal Rp. 45 juta dengan estimasi umur 10 tahun dan nilai sisa Rp. 5 juta . Berapakah total akumulasi depresiasi selama 4 tahun pertama dari aset tersebut bila digunakan:
 - a. Metode SL
 - b. Metode SOYD
 - c. Metode DDB

d. Metode SF dengan tingkat bunga 18%

8. Sebuah perusahaan membeli mesin CNC seharga Rp. 300 juta. Di estimasikan mesin ini memiliki nilai sisa Rp. 100 juta setelah 4 tahun dipakai. Hitunglah tingkat depresiasi DB sehingga nilai pada mesin ini akan sama dengan nilai sisanya pada akhir umumnya. Selanjutnya, dengan menggunakan tingkat depresiasi tadi, jadualkanlah besarnya depresiasi tiap tahun serta hitung pula nilai bukunya.
9. Hitunglah besarnya pada nilai present worth dari seluruh depresiasi pada soal 8 bandingkan juga hasilnya apabila digunakan metode depresiasi SL dan SOYD. Ditinjau dari aspek beban pajak pada perusahaan, metode mana yang terbaik?
10. Sebuah mesin khusus sedang dipasang di sebuah industri plastic. Ongkos instalasinya adalah Rp. 250 juta. Industri ini merencanakan untuk menggunakan mesin tadi selama 10 tahun, akan tetapi masih ada selisih pendapat tentang nilai sisa yang akan ditetapkan pada mesin tersebut. Ada yang mengestimasi 5%, sementara di lain pihak ada juga yang mengusulkan 15% dari ongkos instalasinya. Bila digunakan metode depresiasi DB, berapakah perbedaan tingkat depresiasi untuk kedua usulan nilai sisa yang berbeda di atas?
11. Sebuah aset memiliki nilai awal Rp. 45 juta dengan masa pakai 5 tahun dan nilai sisa Rp. 3 juta. Jadualkanlah depresiasi dan nilai buku dengan metode :
 - a. SL
 - b. DDB

c. Penggantian dari DDB ke SL.

Hitunglah nilai present worth dari depresiasi yang terjadi pada ketiga metode di atas. Gunakan $i = 15\%$. Apakah penggantian metode depresiasi tadi menguntungkan? Mengapa?

12. Kerjakan kembali soal 11 dengan melakukan penggantian metode depresiasi dari DDB ke SOYD. Manakah yang lebih menguntungkan?
13. Sebuah gedung pertunjukan film berharga awal Rp.812 jut dengan umur 8 tahun dan nilai sisa Rp. 160 juta. Selama 8 tahun tersebut diestimasikan pemasukan dari pemakaian gedung ini sebesar $A_t = \text{Rp. 250 juta per tahun}$. Dengan menggunakan metode depresiasi DDB tentukanlah besarnya depresiasi tiap tahun (D_t) dan hitunglah nilai $A_t - D_t$.
14. Sebuah perusahaan jasa pengangkutan barang membeli truk baru seharga Rp. 40 juta. Truk ini rencananya akan disewakan harian. Truk diestimasikan bisa dipakai selama 5 tahun dengan perkiraan pendapatan netto pada tahun pertama sebesar Rp.28 juta dan setiap tahun turun senilai Rp. 4 juta sehingga pada tahun kedua menjadi Rp. 24 juta, dan seterusnya. Perusahaan merencanakan menyusutkan nilai truk ini dengan metode depresiasi unit produksi sampai nilai bukunya mencapai nol. Hitunglah besar depresiasi tahunan dari truk tersebut.

BAB 9

Pengaruh Pajak pada Analisis Ekonomi Teknik

Pokok Bahasan

- 9.1 Beberapa Definisi dalam Perhitungan Pajak
- 9.2 Perhitungan-perhitungan Dasar Perpajakan
- 9.3 Efek Pajak pada Model Depresiasi yang Berbeda
- 9.4 Mentabulasikan Aliran Kas Setelah Pajak
- 9.5 Efek Pendapatan Kapital pada Pajak
- 9.6 Soal

9.1 Beberapa Definisi dalam Perhitungan Pajak

Pada bab ini akan dibahas secara singkat beberapa konsep dasar tentang pajak dan pengaruhnya terhadap aliran kas dalam analisis ekonomi teknik. Pembahasan tentang pajak tidak perlu dilakukan secara detail karena kita pada prinsipnya hanya ingin memahami bagaimana pengaruh pajak terhadap aliran kas dalam analisis ekonomi teknik.

Sebelum dilanjutkan pada pembahasan yang lebih detail, terlebih dahulu akan diperkenalkan definisi dari terminologi-terminologi yang dipakai dalam perhitungan perpajakan. Berikut ini adalah beberapa dari istilah tersebut.

- Pendapat kotor (gross income) adalah jumlah semua pendapat baik yang berasal dari penjualan maupun pendapat bunga selama satu periode akuntansi.

- Pengeluaran (expense) adalah ongkos-ongkos yang harus ditanggung ketika terjadi transaksi bisnis, termasuk diantaranya pengeluaran bunga atas pinjaman modal dan pengeluaran-pengeluaran lainnya.
- Pendapatan terkena pajak (taxable income) adalah jumlah pendapat yang akan dikenakan pajak pendapat sesuai dengan peraturan perpajakan yang berlaku. Cara perhitungan adalah sebagai berikut.

$$TI = GI - E - D$$

Dimana:

TI = pendapat terkena pajak

GI = pendapat kotor

E = pengeluaran

D = depresiasi atau penyusutan

- Pendapt kapital (capital gain) adalah suatu pendapat yang diperoleh apabila harga jual dari sesuatu aset melebihi harga belinya. Dengan demikian maka perhitungan pendapat kapital pada saat pernjualan aset tersebut adalah:

$$CG = SP - PP$$

Dimana:

CG = pendapat kapital

SP = harga jual aset

PP = harga beli aset

Dan nilai $CG > 0$. Apabila penjualan dapat berlangsung dalam selang yang dari satu tahun sejak saat pembelian aset yang bersangkutan maka pendapatan kapital ini dinamakan pendapatan jangka pendek (short term gain =SIG), dan bila selang itu lebih dari setahun, pendapatanya

dinamakan pendapat kapital jangka panjang (long term gain=LTG). STG dan LTG biasanya dikenakan pajak dengan cara yang berbeda.

- Kerugian kapital (capital loss) terjadi bila harga jual suatu aset kurang dari nilai bukunya. Kerugian kapital dihitung sebagai berikut :

$$CL = BV - SP$$

Dimana:

CL = kerugian kapital

BV = nilai buku aset tersebut pada saat penjualan berlangsung

SP = harga jual dari aset tersebut

Istilah kerugian kapital jangka pendek (short-term loss =STL) dan kerugian kapital jangka panjang(long – term loss= LTG) didefinisikan dengan cara yang serupa dengan STG dan LTG, yakni sama-sama menggunakan selang waktu satu tahun sebagai pembatasannya. Konsep ‘sunk cost’ yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya sebenarnya sama dengan konsep kerugian kapital ini.

- Apabila suatu aset yang terdepresiasi dijual dengan harga yang lebih tinggi dari nilai bukunya pada saat itu maka selisihnya disebut dengan recaptured depreciation (RD) dan termasuk dalam pendapat yang terkena pajak, bukan sebagai pendapatan kapital. Perhitungan RD pada saat penjualan berlangsung adalah:

$$RD = SP - SV$$

Dimana $RD > 0$. Bila harga jualnya melebihi harga belinya maka akan diperoleh pendapat kapital.

9.2 Perhitungan-perhitungan Dasar Perpajakan

Besarnya pajak pendapatan yang harus ditanggung oleh sebuah perusahaan bisa dihitung dengan rumus dasar sebagai berikut:

P = besarnya pajak

TI = pendapatan terkena pajak

T = tingkat pajak yang dikenakan untuk pendapatan terkena pajak sebesar TI .

Sesuai dengan persamaan (9,1), TI adalah $GI - E - D$ sehingga persamaan (9,5) juga bisa ditulis:

$$P = (GI - E - D)T$$

Tingkat pajak biasanya berbeda-beda menurut besarnya pendapatan terkena pajak dari suatu perusahaan. Perusahaan-perusahaan yang TI -nya lebih kecil biasanya akan dikenakan pajak yang lebih rendah . Besarnya tingkat pajak untuk tiap interval TI tertentu bisa berubah-ubah ,tergantung pada kebijakan pemerintah yang mengaturnya.

Contoh 9.1

Pada tahun 1994 PT. BCD memiliki pendapatan kotor sebesar Rp.5,5 milyar dengan total pengeluaran dan depresiasi untuk tahun tersebut adalah Rp. 3,7 milyar. Berapakah pajak pendapat yang harus dibayar oleh perusahaan bila pada interval TI tersebut tingkat pajak yang dikenakan adalah 45%?

Solusi:

Besarnya pendapatan terkena pajak adalah :

$$TI = \text{Rp. 5,5 milyar} - \text{Rp. 3,7 milyar}$$

= Rp. 1,8 milyar

Pajak yang dibayar = Rp. 1,8 milyar x 0,45'

= Rp. 810 juta

9.3 Efek Pajak pada Model Depresiasi yang Berbeda

Pemilihan model depresiasi yang tepat bisa mempengaruhi besarnya nilai present worth pajak yang harus ditanggung oleh perusahaan. Apabila tingkat pajak yang dikenakan konstan, pendapatan kotor tahunan perusahaan lebih besar atau sama dengan depresiasi tahunannya, dan nilai sisa diharapkan tidak berubah, maka besarnya pajak yang harus dibayar oleh perusahaan akan tetap sama walaupun metode depresiasinya berbeda. Namun perlu diingat, dengan metode depresiasi yang berbeda, nilai present worth dari pajak yang dibayar akan semakin rendah apabila metode depresiasi yang digunakan semakin cepat menurunkan nilai dari aset yang didepresiasi.

Besarnya nilai present worth pajak yang ditanggung secara langsung akan dipengaruhi oleh besarnya pajak yang harus dibayar pada setiap periode akuntansi. Perbedaan ini bisa dimengerti karena besarnya depresiasi secara langsung akan mempengaruhi besarnya pendapatan terkena pajak. Secara matematis hal ini bisa dirumuskan :

$$TI = BTCH = D$$

Dimana BTCH adalah aliran kas sebelum pajak. Kalau depresiasi dibuat besar pada tahun-tahun awal dari umur suatu aset maka pada tahun-tahun awal maka besarnya pajak yang dibayar pada tahun-tahun awal juga kecil. Akibatnya, total present worth dari pajak yang ditanggung akan lebih kecil bila depresiasi dibuat besar pada tahun-tahun awal periode depresiasi.

Apabila kita membahas besarnya aliran kas setelah pajak maka kita harus mengetahui besarnya aliran kas tersebut sebelum pajak dan besarnya pajak yang dikenakan. Hubungan ini terjadi sebagai berikut :

$$ATCF = BTCF - P$$

Dimana ATCF adalah aliran kas setelah pajak dan P adalah besarnya pajak pada periode yang bersangkutan.

Contoh 9.2

Misalkan harga awal sebuah aset adalah Rp. 50 juta dengan umur 5 tahun. Aliran kas sebelum pajak setiap tahunnya adalah Rp. 20 juta. Apabila tingkat pajak yang dikenakan adalah 30% dan ROR setelah pajak adalah 10%, bandingkan nilai present worth dari pajak yang dikenakan apabila digunakan metode:

- a. depresiasi garis lurus
- b. depresiasi SOYD

Solusi :

- a. Bila menggunakan model depresiasi garis lurus, besarnya depresiasi tiap tahun adalah sama, yaitu:

$$\begin{aligned} D_t &= \text{Rp. 50 juta} : 5 \\ &= \text{Rp. 10 juta, dengan } t = 1, 2, \dots, 5 \end{aligned}$$

Karena besarnya aliran kas sebelum pajak (BTCF) tiap tahun selama 5 tahun adalah sama yaitu Rp. 20 juta dan besarnya depresiasi adalah Rp. 10 juta maka besarnya pendapatan terkena pajak adalah :

$$TI = \text{Rp. 20 juta} - \text{Rp. 10 juta}$$

= Rp. 10 juta

$P = 0,3 \times \text{Rp. 10 juta}$

=Rp. 3 juta

Bila ditambulasikan dalam bentuk table maka hal ini akan terlihat seperti pada Tabel 9.1

Tabel 9.1 Perhitungan pajak pada Contoh 9.2 dengan model depresiasi garis lurus

Tahun	BTCF	Depresiasi	TI	Pajak
0	-50 juta			
1-5	20 juta	10 juta	10 juta	3 juta

Besarnya nilai nominal pajak yang dibayar $5 \times \text{Rp. 3 juta} = \text{Rp. 15 juta}$ dan besarnya nilai present worth dari pajak tersebut adalah :

$Pw = 3 \text{ juta} (P/A, 10\%, 5)$

= 3 juta (3,791)

= 11,373 juta

- b. Apabila digunakan metode depresiasi metode SOYD maka konfigurasi aliran sebelum pajak, depresiasi, dan pajak dari aset ini terlihat pada Tabel 9.2
- Perhitungan besarnya depresiasi dilakukan dengan rumus :

$$D_t = \left[\frac{5-t+1}{15} \right] 50 \text{ Juta}$$

Tabel 9.2 Perhitungan pajak dengan depresiasi SOYD

Tahun	BTCF	Depresiasi	TI	Pajak
0	-50 juta			
1	20 juta	16,667juta	3,333juta	1,000juta
2	20 juta	13,333juta	6,667juta	2,000 juta
3	20 juta	10,000juta	10,000juta	3,000 juta
4	20 juta	6,667juta	13,333juta	4,000 juta
5	20 juta	3,333juta	16,667juta	5,000 juta

Besar nya nilai nominal pajak yang dikenakan adalah Rp. 15 juta, sama dengan nilai nominal yang dikenakan pada model depresiasi garis lurus atas. Sedangkan nilai present worth dari total pajak tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 Pw &= 1 \text{ juta } (P/A, 10\%, 5) + 1 \text{ juta } (P/G, 10\%, 5) \\
 &= 1 (3,791) + 1 \text{ juta } (6,862) \\
 &= 10,653 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

Dari sini bisa dilihat bahwa nilai present worth dari pajak yang dikenakan dengan menggunakan model depresiasi SOYD lebih kecil dibandingkan jika menggunakan model depresiasi garis lurus. Hal ini bisa dimengerti karena dengan metode depresiasi SOYD, besarnya depresiasi lebih besar pada tahun-tahun awal dibandingkan dengan pada tahun-tahun berikutnya. Dengan menurunnya nilai depresiasi maka besarnya TI meningkat dari tahun ke tahun mengingat besarnya pendapatan kotor (BTCF) adalah sama, yaitu Rp. 20 juta

tiap tahun. Akibatnya, pajak yang dikenakan akan lebih kecil pada tahun-tahun awal yang pada akhirnya akan membuat nilai present worthnya menjadi lebih kecil (bila dibandingkan dengan jumlah pajak yang mereta tiap tahunnya).

9.4 Mentabulasikan Aliran Kas Setelah Pajak

Sebelum melakukan analisis lebih jauh tentang kas setelah pajak, satu hal yang penting diketahui adalah cara mentabulasikan aliran kas setelah dikurangi pajak. Analisis- analisis seperti analisis present worth, analisis annual worth, analisis ROR, dan sebagainya pada prinsipnya tetap sama antara sebelum dan sesudah pajak. Namun karena nilai-nilai aliran kas antara sebelum pajak dan sesudah pajak berbeda-beda kesimpulan dari analisis- analisis diatas bisa berbeda. Berikutnya, ini disertakan beberapa contoh cara mentabulasikan aliran kas setelah pajak termasuk juga analisis present worth, analisis ROR, dan sebagainya.

Contoh 9.3

Sebuah peralatan penunjang produksi direncanakan akan dibeli pada tahun ini oleh PT. ABC. Harga awal dari alat tersebut adalah 50 juta dengan masa pakai 5 tahun dan nilai sisa nol. Selama 5 tahun pendapatan yang diharapkan adalah sebesar (28 juta - 1 juta n) dimana n adalah tahun terjadinya aliran kas. Sedangkan pengeluaran tahunan diperkirakan sebesar (9,5 juta + 0,5 juta n).

- a. Apabila tingkat pajak efektif adalah 30% dan metode depresiasi yang digunakan adalah garis lurus, tabulasikanlah aliran kas setelah pajak dari alat tersebut
- b. Hitung nilai present worth dari aliran kas tersebut bila MARR setelah pajak adalah 8%

Solusi :

a. Perhitungan terangkum pada table 9.3

b. Nilai present worth dari aliran kas setelah pajak:

$$\begin{aligned} P &= -50 \text{ juta} + 14,9 \text{ juta (P/F,8\%,1)} + 13,95 \text{ juta (P/F,8\%,2)} \\ &\quad + 12,8 \text{ juta (P/F,8\%,3)} + 11,75 \text{ juta (P/F,8\%,4)} \\ &\quad + 10,7 \text{ juta (P/F,8\%,5)} \\ &= -50 \text{ juta} + 14,9 \text{ juta}(0,9259) + 13,95 \text{ juta}(0,8573) \\ &= \text{Rp. 1,8346 juta} \end{aligned}$$

Contoh 9.4

Asumsikan suatu investasi membutuhkan modal awal sebesar Rp. 500 juta dan akan menghasilkan aliran kas sebelum pajak sebesar Rp. 200 juta setiap tahun selama 6 tahun. Nilai sisa diestimasikan sebesar Rp. 50 juta pada akhir umurnya dan tingkat pajak efektif yang berlaku adalah 35%. Gunakanlah metode depresiasi garis lurus dan tentukan

Tabel 9.3. Tabulasi aliran kas setelah pajak untuk Contoh 9.3 (dalam juta rupiah)

Tahun (1)	Pendapatan (2)	Pengeluaran (3)	BTCF (4)	Depresiasi (5)	TI (6)	Pajak (7)	ATCF (8)
0		50	-50				-50
1	27	10	17	10	7	2,1	14,9
2	26	10,5	15,5	10	5,5	1,65	13,95
3	25	11	14	10	4	1,2	12,8
4	24	11,5	12,5	10	2,5	0,75	11,75
5	23	12	11	10	1	0,3	10,7

Tabel 9.4. Aliran kas setelah pajak untuk Contoh 9.4 (dalam juta rupiah)

Tahun (1)	BTCF (2)	Depresiasi (3)	TI (4)	ATCF (5)
0	-500			-500
1-5	200	75	125	156,25
6	{ 200 50	75	125	{ 156,25 50

- Besarnya depresiasi tiap tahun
- Tabulasikan aliran kas setelah pajak
- ROR sebelum pajak
- ROR setelah pajak

Solusi :

- Besarnya depresiasi tiap tahun adalah:

$$D_t = \frac{500 \text{ juta} - 50 \text{ juta}}{6}$$

$$= \text{Rp.75 juta}$$

- Tabulasi aliran kas setelah pajak terlihat pada Tabel 9.4.
- ROR Sebelum pajak dihitung sebagai berikut:

$$\text{NPW} = 0$$

$$-500 \text{ juta} + 200 \text{ juta}(P / A, i\%, 6) + 50 \text{ juta}(P / F, i\%, 6) + 0$$

atau:

$$200 \text{ juta}(P / A, i\%, 6) + 50 \text{ juta}(P / F, i\%, 6) = 500 \text{ juta}$$

Dengan mencoba $i = 30\%$ adalah:

$$200 \text{ juta} (2,643) + 50 \text{ juta} (0,2072) = 538,960$$

Dengan mencoba $i = 40\%$ adalah:

$$200 \text{ juta } (2,168) + 50 \text{ juta } (0,1328) = 440,240 \text{ juta}$$

Untuk mencapai ruas kanan 500 juta digunakan interpolasi linier sehingga ROR sebelum pajak adalah:

$$\begin{aligned} \text{ROR seb. pajak} &= 30\% + \frac{538,96 \text{ juta} - 500 \text{ juta}}{538,96 \text{ juta} - 440,240 \text{ juta}} \times 10\% \\ &= 33,94\% \end{aligned}$$

d. ROR setelah pajak:

$$\text{NPW} = 0$$

$$-500 \text{ juta} + 152,55 \text{ juta } (P/A, i\%, 6) + 50 \text{ juta } (P/F, i\%, 6)$$

atau:

$$152,55 \text{ juta } (P/A, i\%, 6) + 50 \text{ juta } (P/F, i\%, 6) = 500 \text{ juta}$$

Dengan mencoba $i = 20\%$ diperoleh:

$$152,55 \text{ juta } (3,326) + 50 \text{ juta } (0,3349) = 523,96 \text{ juta}$$

Dengan mencoba $i = 25\%$ maka diperoleh:

$$152,55 \text{ juta } (2,951) + 50 \text{ juta } (0,2621) = 463,133 \text{ juta}$$

Dengan melakukan interpolasi akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{ROR set. pajak} &= 20\% + \frac{523,96 \text{ juta} - 500 \text{ juta}}{523,96 \text{ juta} - 463,133 \text{ juta}} \times 5\% \\ &= 21,97\% \end{aligned}$$

9.5 Efek Pendapatan Kapital pada Pajak

Seperti telah dijelaskan pada awal bab ini, pendapatan capital adalah selisih antara jual dengan nilai buku suatu asset pada saat asset tersebut dijual. Apabila aset tasi dijual setelah setahun dari saat pembeliannya maka pendapatan capital dikenakan

pajak lebih rendah dari pendapatan lain yang diperoleh perusahaan. Pada saat terjadi inflasi maka harga jual suatu aset biasanya meningkat, namun nilai buku dari aset tersebut tidak bias disesuaikan dengan terjadinya inflasi. Dengan demikian maka pada saat terjadinya inflasi, penjualan suatu aset biasanya menghasilkan pendapatan capital.

Untuk melakukan perhitungan pada pajak pendapatan kapital, notasi-notasi berikut ini akan digunakan:

BV_t = nilai buku suatu aset pada akhir tahun ke-t

SP_t = harga jual aset tersebut pada akhir tahun ke-t

CG_t = pendapatan kapital yang diperoleh pada saat aset dijual pada tahun ke-t

T_c = tingkat pajak yang dikenakan pada pendapatan kapital

P_c = besarnya pajak dari pendapatan kapital

Dari notasi-notasi tersebut akan didapatkan hubungan sebagai berikut:

$$CG_t = SP_t - BV_t \quad (9.9)$$

Dan dari pajak pendapatan kapital adalah:

$$\begin{aligned} P_c &= T_c CG_t \\ &= T_c (SP_t - BV_t) \end{aligned} \quad (9.10)$$

Contoh 9.5

Sebuah traktor memiliki harga Rp. 60 juta dengan umur 7 tahun dan nilai sisa Rp. 4 juta. Dengan menggunakan metode depresiasi garis lurus maka nilai buku traktor tersebut pada akhir tahun ke-3 adalah Rp. 36 juta.

- a. Misalkan traktor tadi dijual seharga Rp. 40 juta pada akhir tahun ke-3 dan pendapatan kapital dikenakan pajak dengan tingkat 28%, berapakah pajak dari pendapatan kapital tersebut?
- b. Bila traktor tadi tetap dipakai dan baru dijual di akhir tahun ke-7 dengan harga Rp. 10 juta, berapakah pajak pendapatan kapital yang dikenakan?

Solusi :

- a. Pendapatan kapital yang diperoleh adalah:

$$CG_3 = 40 \text{ juta} - 36 \text{ juta}$$

$$= \text{Rp. 4 juta}$$
- b. Dengan demikian maka besarnya pajak pendapatan kapital yang dikenakan adalah:

$$Pc = TcCG_3$$

$$= 0,28 \times \text{Rp. 4 juta}$$

$$= \text{Rp. 1,680 juta}$$

Contoh 9.6

Seorang pengusaha property membeli sebidang tanah seharga Rp. 100 juta dan menyediakan uang sebesar Rp. 1,6 milyar untuk membangun apartemen di atas tanah tersebut. Pendapatan tahunan sebelum pajak dari penyewaan apartemen diperkirakan sebesar Rp. 300 juta selama 40 tahun dengan dasar nilai uang sekarang. Pengusaha tadi merencanakan akan menjual apartemen tadi pada akhir tahun ke-6 pada saat nilai property tersebut diperkirakan mengalami peningkatan. Sesuai dengan aturan pajak, harga tanah tidak bias didepresiasi, tetapi diperhitungkan sebagai nilai sisa. Sedangkan ongkos konstruksi bias didepresiasi selama 32 tahun dengan metode garis lurus. Pengusaha menetapkan MARR setelah pajak sebesar 10% tidak termasuk inflasi. Tingkat pajak pendapatan yang dikenakan adalah 34% dan tingkat pajak pendapatan kapitalnya adalah 28%. Apabila diasumsikan tidak

ada inflasi dan harga jual property termasuk tanahnya adalah Rp. 2,1 milyar di akhir ke -6, berapakah NPV dari dari investasi tersebut.

Solusi :

Dengan menggunakan metode depresiasi garis lurus maka besarnya depresiasi tiap tahun selama 32 tahun adalah

$$\begin{aligned} D_t &= \frac{P - S}{N} \\ &= 1 / 32 \times \text{Rp. 1,6 milyar} \\ &= \text{Rp. 50 juta} \end{aligned}$$

Dengan demikian maka nilai buku dari property tersebut pada akhir tahun ke-6 adalah:

$$\begin{aligned} BV_6 &= P - tD_t \\ &= 1,7 \text{ milyar} - 6 \times \text{Rp. 50 juta} \\ &= \text{Rp. 1,4 milyar} \end{aligned}$$

Pendapatan bersih setelah dikurangi pajak setiap tahun sampai tahun ke-6 adalah:

$$\begin{aligned} Y_t &= A_t - T(A_t - D_t) \\ &= 300 \text{ juta} - 34\%(300 \text{ juta} - 50 \text{ juta}) \\ &= \text{Rp. 215 juta} \end{aligned}$$

Pajak pendapatan kapital dari penjualan property tersebut di akhir tahun ke-6 adalah:

$$P_c = T_c C G_6$$

$$= 28\%(2,1 \text{ milyar} - 1,4 \text{ milyar})$$

$$= \text{Rp. } 196 \text{ juta}$$

Dari sini diperoleh:

$$NPV = -1,7 \text{ milyar} + 215 \text{ juta}(P / A10\%,6) + (2,1 \text{ milyar} - 196 \text{ juta})(P / F,10\%,6)$$

$$= -1,7 \text{ milyar} + 215 \text{ juta}(4,553) + 1,904 \text{ milyar}(0,5645)$$

$$= \text{Rp. } 353,703 \text{ juta}$$

9.6 Soal

1. Sebuah perusahaan memiliki data data pemasukan, pengeluaran, dan depresiasi selama setahun sebagai berikut:

Penjualan	Rp. 1,2 milyar
Pendapatan bunga	Rp. 30 juta
Pengeluaran	Rp. 750 juta
Depresiasi	Rp. 48 juta

Bila tingkat pajak pendapatan yang dikenakan pemerintah sesuai dengan tabel berikut hitunglah pajak pendapatan perusahaan pada tahun tersebut.

Pendapatan terkena pajak (TI)	Tingkat pajak
Sampai 5 juta	10%
5 juta – 25 juta	18%
25 juta – 100 juta	25%
Di atas 100 juta	48 juta

2. Sebuah aset memiliki harga awal Rp. 120 juta dengan umur 7 tahun. Aliran kas netto sebelum pajak adalah Rp. 40 juta per tahun. Tingkat pajak pendapatan yang harus ditanggung perusahaan adalah seperti pada table di soal no1. Apabila ROR setelah pajak adalah 12%, bandingkan nilai present worth pajak yang dikenakan dengan menggunakan metode depresiasi:
 - a. Garis lurus
 - b. Sum of years digit (SOYD)
3. Sebuah perusahaan kecil beroperasi dengan modal awal sebesar Rp. 800 juta dengan perkiraan umur 8 tahun. Pendapatan yang diharapkan adalah Rp. 150 jutapada tahun pertama dengan kenaikan 15% tiap tahunnya. Sedangkan pengeluaran untuk operasional dan perawatan adalah Rp. 60 juta pada tahun pertama dan akan naik setiap tahunnya sebesar Rp. 4 juta.
 - a. Tabulasikanlah aliran kas setelah pajak dengan memakai patokan tingkat pajak pada table diatas
 - b. Hitung nilai present worth dari pajak yang dibayar. Metode depresiasi yang digunakan adalah SOYD.
 - c. Hitunglah nilai present worth dari aliran kas sesudah pajak.
4. Sebuah mesin fotokopy memiliki harga awal Rp. 10 juta dan tanpa nilai sisa pada akhir tahun ke-4. Depresiasi dari mesin ini akan dihitung dengan metode

SOYD. Pajak pendapatan yang dikenakan pada perusahaan adalah 34% dan MARR setelah pajak adalah 6%. Berapakah pendapatan tahunan seragam minimal yang seharusnya dihasilkan oleh mesin ini agar pembeliannya menguntungkan?

- 5 Sebuah mesin pengangkat beban memiliki harga Rp. 70 juta dan akan didepresiasi dengan metode garis lurus selama 5 tahun sampai nilai sisanya nol. Pendapatan kotor yang dihasilkan mesin ini adalah Rp. 45 juta per tahun. Pengeluaran operasional untuk tahun 1 sampai 5 masing-masing adalah Rp. 15 juta, 16 juta, 17 juta, 18 juta, dan 19 juta. Pajak pendapatan yang dikenakan adalah 34% dan MARR setelah pajak adalah 8%. Hitunglah NPV dari aliran kas setelah pajak untuk mesin tersebut.
- 6 Cabang sebuah bank swasta merencanakan untuk menginstalasi sebuah mesin otomatis untuk penyetoran malam hari dengan tujuan untuk meningkatkan profit Rp. 10 juta per tahun selama 10 tahun. Mesin otomatis ini akan didepresiasi dengan metode garis lurus sehingga pada akhir tahun ke-10 nilai sisanya mencapai nol. Dengan mengasumsikan pajak pendapatan 34% dan MARR setelah pajak 10%, berapakah harga maksimum mesin tadi agar pembeliannya menguntungkan?
- 7 Sebuah truk dibeli oleh perusahaan konstruksi 4 tahun yang lalu dengan harga Rp. 6,5 juta dengan umur 8 tahun dan nilai sisa Rp. 10 juta. Truk ini didepresiasi dengan metode SOYD. Apabila truk ini dijual pada tahun ini (setelah 4 tahun sejak saat pembeliannya) dengan harga Rp. 35 juta, berapakah pajak pendapatan kapital yang berlaku adalah 20%?
8. Sebuah bangunan apartemen seharga Rp. 4,4 milyar (termasuk harga tanahnya Rp. 800 juta) telah dibangun oleh sebuah perusahaan real estate. Perusahaan berharap bias mendapatkan pemasukan bersih sebelum pajak sebesar Rp. 620 juta tiap tahun selama 8 tahun, bangunan tadi akan dijual seharga Rp. 5,2

milyar termasuk tanahnya. Pajak pendapatan yang dikenakan pada perusahaan adalah 36% dan pajak pendapatan kapital adalah 28%. MARR setelah pajak dari perusahaan ini adalah 8%. Depresiasi yang digunakan adalah garis lurus dan diasumsikan tidak ada inflasi. Hitunglah NPV dari proyek tadi bila:

- a. Umur depresiasi bangunan adalah 32 tahun
- b. Umur depresiasi bangunan adalah 12 tahun

Bab 10

Analisis Penggantian

POKOK BAHASAN

10.1 Pendahuluan

10.2 Beberapa Konsep Dasar dalam Analisis Penggantian

10.2.1 Konsep Defender dan Challenger

10.2.2 Konsep Sunk Cost

10.2.3 Sudut Pandang Pihak Luar

10.2.4 Umur Ekonomis Suatu Aset

10.3 Analisis Penggantian Berdasarkan Umur Ekonomis

10.4 Beberapa Contoh Analisis Penggantian

10.4.1 Penggantian karena Peningkatan Kebutuhan Kapasitas

10.4.2 Penggantian karena Biaya Perawatan yang Berlebihan

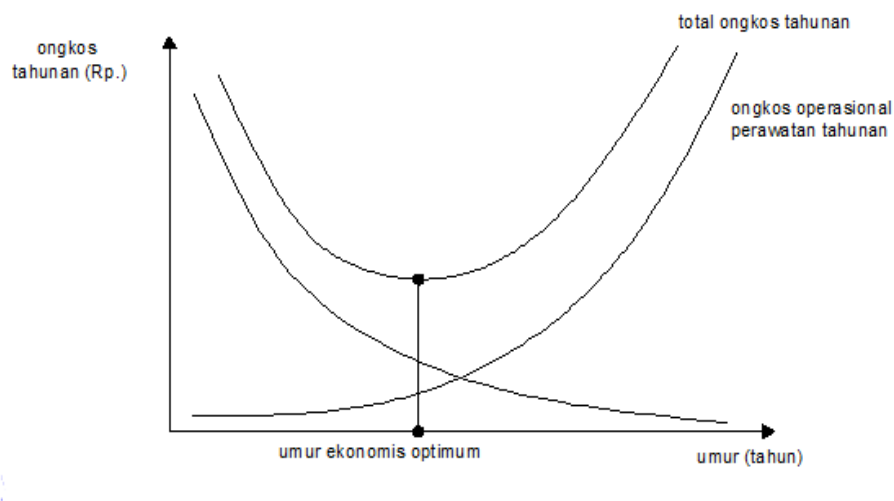
10.4.3 Penggantian karena Keusangan

10.4.4 Penggantian dengan Menyewa

10.5 Soal

10.1 Pendahuluan

Setiap peralatan yang digunakan dalam aktivitas sehari-hari memiliki keterbatasan umur atau masa pakai sehingga apabila alat yang serupa masih dibutuhkan pada akhir masa pakainya maka diperlukan proses penggantian dengan alat serupa yang baru. Kebijakan untuk menentukan kapan suatu alat harus diganti tidak cukup hanya dilihat dari kondisi fisik alat tersebut, namun yang lebih penting adalah pertimbangan-pertimbangan ekonomis yang berkaitan dengan alternative pemakaian atau pengantiannya dengan alat yang baru.



Gambar 10.1. Konfigurasi ongkos-ongkos penggantian

Ada beberapa alasan kenapa proses penggantian suatu peralatan perlu dilakukan, diantaranya adalah:

1. Adanya peningkatan permintaan terhadap suatu produk sehingga dibutuhkan fasilitas produksi yang memiliki kapasitas yang lebih besar. Tuntutan untuk memperbesar kapasitas produksi bisa dipenuhi dengan menambah alay-alat baru dantetap menggunakan fasilitas yang lama, atau mengganti alat-alat yang lama dengan alat-alat yang baru yang bisa

memenuhi kebutuhan kapasitas. Keputusan seperti ini membutuhkan Analisis ekonomis dari penggantian.

2. Kebutuhan untuk perawatan pada alat-alat yang dimiliki sudah berlebihan sehingga alat tersebut dinilai tidak ekonomis untuk dipakai, walaupun secara fisik masih tetap berfungsi. Sebagaimana terlihat pada Gambar 10.1, ongkos-ongkos perawatan dan operasional untuk suatu peralatan akan terus meningkat dengan bertambahnya masa pakai dari alat tersebut. Di sisi lain, ongkos investasi akan berkurang dengan semakin lamanya pemakaian alat tersebut. Oleh karenanya ada suatu saat dimana ongkos-ongkos perawatan meningkat lebih cepat dari kontribusi penurunan ongkos investasi, sehingga dikatakan bahwa pada saat saat seperti itu ongkos perawatan sudah berlebihan.
3. Terjadi penurunan fungsi fisik peralatan sehingga akan berakibat menurunnya efisiensi operasi dari alat tersebut. Beberapa hal yang merupakan penurunan fungsi fisik akibat pemakaian dari suatu alat adalah:
 - Penurunan output baik ditinjau dari kuantitas yang bisa dihasilkan dalam suatu satuan waktu maupun kualitas dari outputnya.
 - Peningkatan kebutuhan bahan bakar dan peningkatan persentase material yang terbuang sehingga berakibat pada peningkatan ongkos-ongkos operasional.
 - Peningkatan kebutuhan suku cadang dan tenaga perawatan yang berarti bahwa ongkos-ongkos perawatan meningkat.
 - Kerusakan alat terjadi lebih sering dan setiap kerusakan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memperbaikinya.
 - Penurunan kualitas kerja dari peralatan, misalnya terjadinya peningkatan varian dari satu dimensi produk yang dihasilkan karena timbulnya keausan pada pahat-pahat mesin produksi.

4. Adanya alternatif untuk menyewa suatu peralatan dan kebijakan ini lebih ekonomis dari membeli atau memiliki sendiri alat tersebut.
5. Terjadinya keusangan (obsolescence) dari suatu peralatan karena berkembangnya alat-alat baru dengan tingkat teknologi yang lebih canggih. Beberapa hal yang bisa digolongkan sebagai penyebab usangnya suatu peralatan adalah:
 - Peralatan tersebut tidak lagi diperlukan.
 - Operator dari peralatan tersebut sulit diperoleh.
 - Ada alat sejenis yang baru yang bisa beroperasi dengan ongkos-ongkos operasional dan perawatan yang lebih rendah.
 - Ada alat sejenis yang baru yang bisa beroperasi dengan produktivitas yang lebih tinggi.

Penurunan fungsi fisik dan keusangan suatu peralatan bisa terjadi secara independen ataupun bisa berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Tidak ada dua metode standar yang bisa dipakai untuk mengkuantifikasikan penurunan fungsi fisik maupun keusangan dari suatu peralatan. Untuk menentukan karakteristik penurunan fisik ataupun keusangan suatu peralatan dibutuhkan observasi dan analisis data dengan seksama.

10.2 Beberapa Konsep Dasar dalam Analisis Penggantian

Ada beberapa konsep dasar yang harus dipahami dalam melakukan analisis penggantian suatu peralatan, antara lain:

1. Konsep defender dan challenger
2. Konsep sunk cost
3. Sudut pandang dari luar sistem
4. Umur ekonomis suatu peralatan

Berikut ini akan dibahas masing-masing konsep tersebut secara detail.

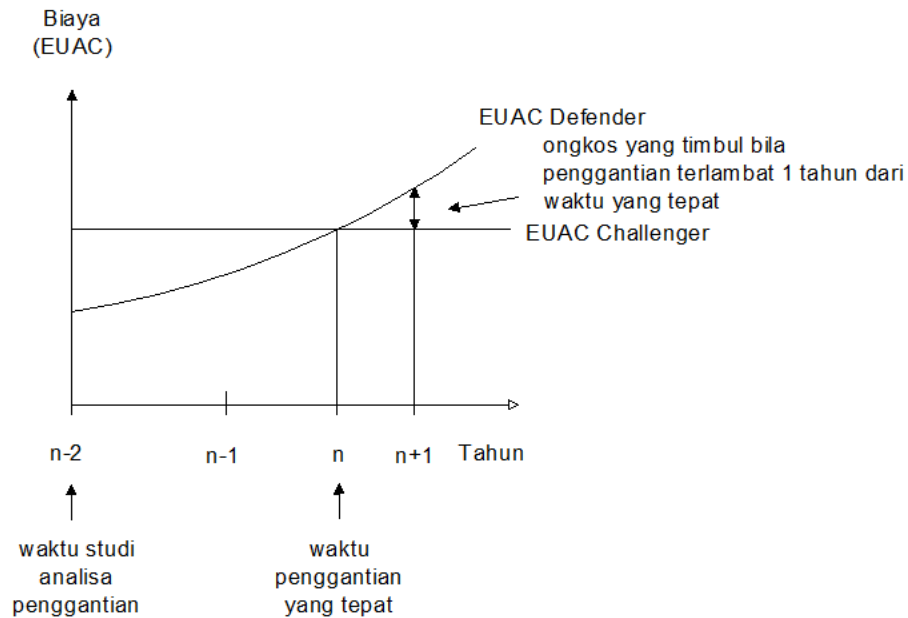
10.2.1 Konsep Defender dan Challenger

Secara umum analisis penggantian digunakan untuk menentukan apakah peralatan (aset) yang digunakan saat ini perlu diganti dengan peralatan yang lebih baru dan lebih ekonomis dan kapan penggantian itu sebaiknya dilakukan. Dalam konteks ini sudah menjadi kebiasaan untuk menyebut aset yang dipertimbangkan untuk diganti sebagai defender dan aset atau peralatan yang menjadi kandidat atau yang diusulkan untuk mengganti sebagai challenger. Seorang ahli ekonomi teknik harus mampu mendeteksi dan memutuskan kapan suatu aset tidak lagi efisien untuk digunakan, alternatif-alternatif mana yang perlu dipertimbangkan sebagai penggantinya, dan kapan penggantian itu sebaiknya dilakukan. Keputusan penggantian seharusnya lebih didasarkan pada performans ekonomi suatu aset dibandingkan dengan pertimbangan-pertimbangan fisiknya. Kenyataan yang sering dijumpai menunjukkan adanya keengganan para manajer teknik atau pejabat lain yang berwenang untuk mengganti suatu aset atau peralatan yang secara fisik masih cukup handal, walaupun analisis ekonomi mengindikasikan bahwa lebih ekonomis bila alat tersebut diganti.

Besar dan lamanya aliran kas dari aset lama (defender) dan aset baru (challenger) biasanya sangat berbeda. Aset baru selalu memiliki ongkos investasi yang lebih tinggi dan ongkos operasional dan perawatan yang lebih rendah dibandingkan dengan aset yang lama. Nilai sekarang dari aset lama adalah nilai jualnya pada saat ini dan ini akan dianggap sebagai nilai awal dari defender. Sedangkan nilai awal dari challenger adalah semua ongkos yang diperlukan agar alat atau aset tersebut bisa dioperasikan. Disamping itu, usia ekonomis dari aset lama biasanya relatif singkat karena dihitung dari sisa masa pakai ekonomisnya mulai saat dimana analisis itu dilakukan. Dengan demikian maka aliran kas dari defender biasanya diramalkan dengan lebih pasti.

Secara lebih spesifik bisa ditegaskan bahwa analisis penggantian ditujukan untuk memberikan jawaban apakah suatu aset akan diganti saat ini atau tahun depan. Jadi,

persoalan penentuan waktu penggantian adalah sasaran utama dalam analisis penggantian.



Gambar 10.2. EUAC defender dan challenger

Kriteria yang biasanya dipakai dalam mengambil keputusan pada penentuan waktu penggantian adalah biaya ekuivalen tahunan (EUAC). Analisis tentu akan menyarankan penggantian pada saat yang tepat sehingga ongkos-ongkos ekuivalen tahunan yang timbul adalah minimum. Seperti yang ditunjukkan Gambar 10.2, penggantian akan ideal dilakukan pada saat biaya-biaya tahunan dari defender sama dengan EUAC challenger. Keterlambatan penggantian selama setahun akan mengakibatkan tambahan ongkos-ongkos tahunan seperti yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Semakin lama keterlambatan ini berlangsung, semakin cepat bertambahnya ongkos-ongkos tahunan yang terjadi. Hal ini terlihat dari gambar grafik EUAC defender yang berbentuk konveks terhadap waktu penggantian.

Walaupun fakta menunjukkan bahwa studi analisis penggantian akan memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengurangan ongkos, kebanyakan pengambil

keputusan akan merasa enggan untuk segera melakukan proses penggantian pada saat yang optimal. Hal ini barangkali berkaitan dengan sikap individu yang biasanya cukup resisten terhadap perubahan.

Beberapa alasan yang sering mengakibatkan ditundanya penggantian suatu aset dari waktu optimum yang disarankan adalah:

1. Perusahaan masih menghasilkan profit dengan peralatan yang dipakainya saat ini.
2. Peralatan yang dimiliki cukup baik dioperasikan dan bisa menghasilkan produk dengan kualitas yang bisa diterima.
3. Prediksi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan peralatan baru masih mengandung ketidak pastian dan risiko, sementara pengeluaran-pengeluaran daari peralatan yang dimiliki saat ini relatif lebih pasti.
4. Dibutuhkan tanggung jawab yang lebih besar untuk mengganti peralata dengan yang baru dibandingkan dengan tetap memakai peralatan yang telah dimiliki.
5. Manajemen cenderung bersifat konservatif dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan peralatan-peralatan yang harganya mahal.
6. Biasanya ada keterbatasan dana untuk membeli peralatan baru, sementara di sisi lain tidak ada keterbatasan dana untuk merawat peralatan yang telah ada.
7. Ketidakpastian tentang kebutuhan mendatang terhadap pemakaian peralatan yang dimaksud mungkin cukup besar.
8. Adanya kemungkinan ongkos-ongkos yang tak tertutupi (sunk cost) juga mempengaruhi keputusan untuk mengganti suatu peralatan.
9. Adanya keengganan untuk menjadi pionir dalam mengadopsi teknologi baru.

10.2.2 Konsep Sunk Cost

Sunk cost adalah ongkos yang terjadi pada masa yang lalu dan tidak akan tertutupi sehingga tidak dipertimbangkan dalam analisis-analisis ekonomi teknik yang berkaitan dengan kondisi masa yang akan datang. Dalam analisis penggantian, konsep sunk cost juga diabaikan karena hanya kondisi mendatang dari suatu aset yang akan dipertimbangkan. Sunk cost pada analisis penggantian didefinisikan sebagai berikut:

$$\text{Sunk cost} = \text{nilai buku saat ini} - \text{nilai jual saat ini} \quad (10.1)$$

Nilai buku suatu aset adalah nilai aset tersebut pada suatu saat yang tercantum dalam catatan akuntansi, yaitu nilai awal dari aset tersebut setelah dikurangi dengan total depresiasi yang telah terjadi sampai saat itu. Dalam studi analisis penggantian, nilai jual asetlah yang akan dijadikan dasar pertimbangan. Jadi, nilai awal, nilai buku, dan ongkos-ongkos penggantian tidak relevan dalam analisis penggantian. Dengan demikian maka sunk cost tidak perlu disertakan dalam perbandingan ekonomi yang berkaitan dengan analisis penggantian.

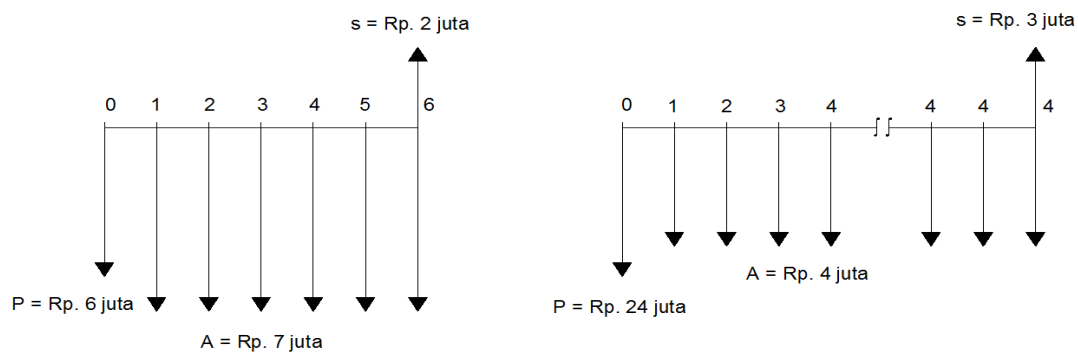
Walaupun pada dasarnya sunk cost tidak bisa ditutupi pada masa-masa berikutnya, banyak analisis yang cenderung mengalokasikan sunk cost ini pada awal dari challenger. Cara ini tentunya akan memberatkan challenger karena harus menanggung sejumlah biaya yang sebenarnya merupakan akibat dari kesalahan estimasi yang terjadi pada defender.

10.2.3 Sudut Pandang Pihak Luar

Pendekatan dengan sudut pandang pihak luar cukup obyektif dan lebih disukai karena akan membandingkan performansi ekonomi dari aset yang dimiliki (defender) dan alternatif pembandingnya (challenger) sebagai layaknya pihak ketiga yang bertindak seolah-olah tidak memiliki aset tersebut. Dengan berlaku sebagai pihak ketiga maka pengambil keputusan akan bebas menentukan apakah ia akan memilih defender

dengan ongkos awal sebesar harga jualnya pada saat itu atau memilih challenger sebagai alternatif lain.

Pada dasarnya pendekatan ini menganggap nilai sisa (nilai jual) dari suatu aset pada saat itu merupakan ongkos investasi dari defender. Konsep ini sejalan dengan pengertian ongkos kesempatan yang diuraikan pada bab satu. Hal ini jelas karena dengan tetap memilih defender berarti perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh uang sebesar nilai sisa aset tersebut pada saat itu.



Gambar 10.3. Aliran kas untuk Contoh 10.1 untuk mesin A dan mesin B

Contoh 10.1

Mesin A dibeli 4 tahun yang lalu dengan harga Rp. 22 juta, perkiraan umurnya adalah 10 tahun dan estimasi nilai sisanya adalah Rp. 2 juta. Pengeluaran-pengeluaran operasionalnya sebesar Rp. 7 juta setahun. Pada saat ini, sebuah dealer menawarkan mesin B yang fungsinya sama dengan mesin A dengan harga Rp. 24 juta, umurnya diperkirakan 10 tahun dengan nilai sisa Rp. 3 juta pada akhir umurnya. Ongkos-ongkos operasional diestimasikan sebesar Rp. 4 juta per tahun.

Data-data menunjukkan bahwa investasi mesin-mesin tersebut bisa memberikan harapan MARR 15%. Bila perusahaan memutuskan untuk membeli mesin B maka

dealer juga sanggup membeli mesin A tersebut seharga Rp. 6 juta. Permasalahan yang harus dijawab sekarang adalah apakah perusahaan sebaiknya tetap menggunakan mesin A atau menjual dan menggantinya dengan mesin B.

Solusi:

Dalam membandingkan alternatif di atas, analisis bisa dilakukan berdasarkan sudut pandang seseorang yang membutuhkan pelayanan dari mesin tersebut namun tidak memiliki salah satu dari keduanya. Jadi seolah-olah penilai adalah pihak ketiga yang sedang mempertimbangkan untuk membeli sebuah mesin dan pada saat ini berhadapan dengan 2 alternatif yaitu mesin A dengan harga Rp. 6 juta dan mesin B dengan harga Rp. 24 juta dengan aliran kas masing-masing seperti Gambar 10.3.

(Dari sini bisa dilihat bahwa aliran kas masa lalu dari mesin, yang mungkin berupa sunk cost, tidak perlu dipertimbangkan). Dengan menggunakan ongkos-ongkos ekuivalen tahunan, maka akan bias ditentukan keputusan yang terbaik.

$$\begin{aligned} EUAC_A &= 6 \text{ juta } (A/P, 15\%, 6) + 7 \text{ juta} - 2 \text{ juta } (A/F, 15\%, 6) \\ &= 6 \text{ juta } (0,26424) + 7 \text{ juta} - 2 \text{ juta } (0,11424) \\ &= \text{Rp. } 7,36 \text{ juta} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EUAC_B &= 24 \text{ juta } (A/P, 15\%, 10) + 4 \text{ juta} - 3 \text{ juta } (A/F, 15\%, 10) \\ &= 24 \text{ juta } (0,19925) + 4 \text{ juta} - 3 \text{ juta } (0,04925) \\ &= \text{Rp. } 8,64 \text{ juta} \end{aligned}$$

Dengan hasil-hasil di atas maka dapat diputuskan bahwa mesin A lebih efisien dan mampu menghemat Rp. 0,28 juta pertahun dibandingkan dengan mesin B. Artinya, dengan menggunakan analisis penggantian sebagai pihak ketiga, perusahaan bisa menentukan bahwa lebih baik tetap menggunakan mesin A dibandingkan dengan menjual dan menggantinya dengan mesin B. Disamping cara diatas, perbandingan alternatif dalam kaitannya dengan analisis penggantian juga bisa dilakukan melalui perhitungan nilai komparatif dari asset atau alat yang akan diganti sedemikian rupa sehingga ongkos-ongkos tahunannya akan sama dengan ongkos-ongkos tahunan

yang terjadi bila alat tersebut diganti.

Contoh 10.2

Tentukan nilai komperatif mesin A pada contoh 10.1 dan gunakan hasilnya untuk menentukan keputusan apakah mesin A sebaiknya diganti dengan-mesin B.

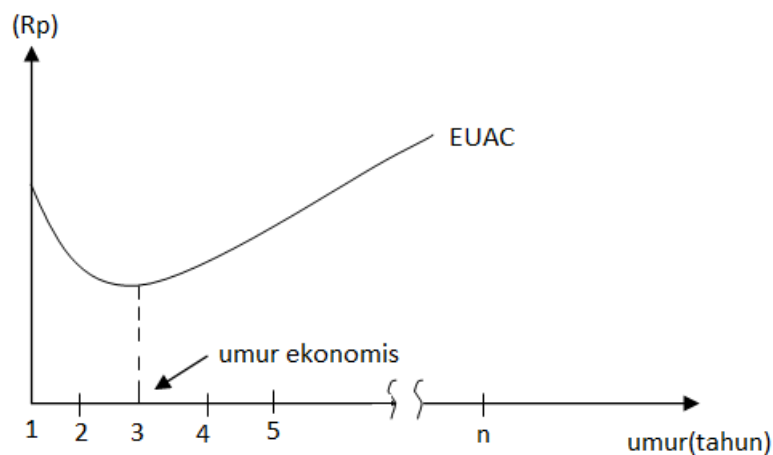
Solusi:

Misalkan X adalah nilai sekarang dari mesin A sedemikian sehingga ongkos-ongkos tahunannya sama dengan ongkos tahunan mesin B, Dari sini akan diperoleh persamaan:

$$X(A/P, 15\%, 6) + 7\text{juta} - 2\text{juta}(A/F, 15\%, 6) = 8,64 \text{ juta}$$

$$X = \text{Rp.}7,07\text{juta.}$$

Karena nilai komperatif mesin A (dibanding dengan mesin B) adalah 7,07 juta, maka mesin ini sebaiknya tetap dipakai karena dealer hanya mampu membelinya seharga Rp.6juta (lebih kecil dari harga yang adil bila dibandingkan dengan mesin B). **Dengan tetap menggunakan mesin A maka perusahaan bisa menghemat 7,07juta-6 juta = 1,07 juta. Nilai ini sama dengan 28 juta** $(P/A, 15\%, 6)$.



Gambar 10.4. Ilustrasi fungsi EUAC suatu asset

10.2.4 Umur Ekonomis Suatu Aset

Perhitungan umur ekonomis suatu aset berguna untuk memperkirakan kapan aset

tersebut sebaiknya diganti. Tentu saja penggantian akan dilakukan apabila secara ekonomis memang lebih baik daripada tetap menggunakan aset yang-lama(defender).

Sebagaimana terlihat pada gambar 10.1 di depan, umur ekonomis suatu aset adalah titik waktu dimana total ongkos-ongkos tahunan yang terjadi adalah minimum. Total ongkos-ongkos tahunan ini terdiri dari ongkos-ongkos tahunan yang dikonversi dari ongkos awal maupun ongkos-ongkos tahunan dari biaya operasi dan perawatan. Ongkos-ongkos tahunan untuk operasi-dan-perawatan biasanya-meningkat dengan berjalannya waktu pemakaian dari alat-tersebut, n sedangkan ongkos-ongkos tahunan dari biaya inventasi akan menurun dengan semakin panjangnya masa pakai dari aset atau alat tersebut.

Karena analisis penggantian akan membandingkan defender dan challenger atas dasar umum ekonomisnya maka sebelum dibandingkan kita harus mencurahkan perhatian pada perhitungan umur ekonomisnya. Perhitungan umur ekonomis akan mudah dilakukan bila aliran kas bisa diprediksi dengan tingkat kepastian yang tinggi. Analisis ini hanya akan melibatkan perhitungan ongkos-ongkos ekuivalen tahunan pada setiap akhir tahun selama umur dari aset yang bersangkutan. Secara alamiah, ongkos-ongkos ekuivalen tahunan akan menurun dengan naiknya masa pakai suatu aset. Penurunan ini hanya akan terjadi sampai masa pakai tertentu, selanjutnya, bila masa pakainya dinaikkan maka ongkos-ongkos ini akan meningkat. Secara diagramatis hal ini ditunjukkan pada gambar 10.4.

Contoh berikut akan memberikan gambaran cara perhitungan umur-ekonomisnya-suatu-aset.

Tabel.1.DataongkostahunandannilaiContoh10.3

tahun (N)	ongkos tahunan (juta rupiah)	ongkos tahunan (juta rupiah)
1	0	16
2	1	14
3	2	12
4	3	10
5	4	8
6	5	6

Tabel 10.2.Perhitungan EUAC untuk contoh 10.3

tahun (N)	EUAC inventasi 20 jt.(A/P,20%,N)	EUAC ongkos/tahun 1 jt.(A/G,20%,N)	EUAC inventasi 20 jt.(A/P,20%,N)	total EUAC
1	- 24,000 jt.	0	16,000 jt	- 8,000 jt.
2	- 13,091 jt.	-0,455 jt.	6,364 jt	- 7,182 jt.
3	- 9,495 jt.	-0,879 jt.	3,297 jt	- 7,077 jt.
4	- 7,726 jt.	-1,247 jt.	1,863 jt	- 7,110 jt.
5	- 6,688 jt.	-1,641 jt.	1,075 jt	- 7,254 jt
6	-6,014 jt.	-1,979 jt.	0,604 jt	- 7,379 jt.

Contoh10.3

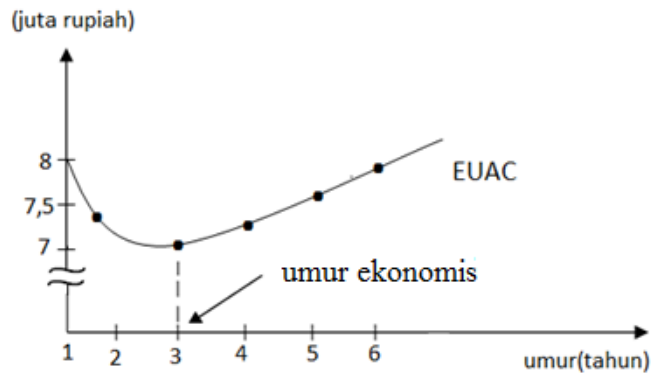
Sebuah peralatan transpormasi pergudangan memiliki harga awal Rp.20 juta dengan perkiraan ongkos-ongkos tahunan dan nilai sisa setiap akhir tahun selama 6 tahun tampak seperti pada Gambar 10.1.Dengan MARR 20%,tentukan umur ekonomis tersebut (dalam nilai bulat).

Solusi :

Jawabannya diperoleh dengan mencari EUAC dari alat tersebut setiap tahun selama 6

$$\begin{aligned} & \text{tahun. Misalnya pada } N = 1 \text{ diperoleh:} \\ \text{EUAC}_1 &= 20\text{jt (A/P,20\%,1)} + 0 - 16\text{jt(A/F,20\%,1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 20 \quad (1,2) - 16 \quad \text{jt}(1) = \text{Rp.8 juta} \\
 \text{Pada } N &= 2 \quad \text{diperoleh :} \\
 \text{EUAC}_2 &= 20 \quad \text{juta(A/P,20\%,20)} + 1 \text{juta(A/G,20\%,2)} - \\
 &\quad 14 \text{juta(A/F,20\%,2)} \\
 &= 13,091 \text{ juta} - 5,909 \text{ juta} = \text{Rp.7,182 juta}
 \end{aligned}$$



Gambar 10.5. Grafik EUAC Contoh 10.3

Dari table 10.2 tersebut dapat dilihat bahwa umur ekonomis dari peralatan di atas adalah 3-tahun dengan ongkos ekuivalen tahunan sebesar Rp.7,077 juta. Tanda negatif pada Tabel 10.2 menunjukkan ongkos. Bila digambar dalam bentuk grafik, EUAC tersebut terlihat pada gambar 10.5.

10.3 Analisis Penggantian Berdasarkan Umur Ekonomis

Sebagaimana telah digambarkan sebelumnya, analisis penggantian pada dasarnya adalah membandingkan 2 alternatif pada umur ekonomisnya masing-masing yaitu alternatif tetap menggunakan asset lama (defender) atau mengganti dengan yang-baru.

Dalam kaitannya dengan analisis penggantian, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, antara lain:

1. Sunk cost harus diabaikan (gunakan sudut pandang pihak ketiga).
2. Tentukan umur ekonomis dari aset yang sedang dipertimbangkan:

- a. Jika ongkos tahunan konstan dan nilai sisa tahun-tahun berikutnya dianggap sama dengan nilai sisa saat ini, pilih umur panjang yang mungkin.
 - b. Apabila ongkos tahunan selalu meningkat dan nilai sisa tahun-tahun berikutnya dianggap sama dengan nilai sisa saat ini, pilih umur terpendek yang mungkin.
3. Bandingkan alternatif-alternatif yang dipertimbangkan.

10.4 Beberapa Contoh Analisis Penggantian

10.4.1 Penggantian karena Peningkatan Kebutuhan Kapasitas

Walaupun secara fisik suatu peralatan masih cukup baik, efisien, dan up to date, sering kali kita harus melakukan analisis penggantian apabila ada peningkatan kapasitas produksi yang harus ditangani, yang tidak lagi cukup dikerjakan dengan alat yang ada. Analisis penggantian pada kasus yang seperti ini biasanya ditujukan untuk menjawab pertanyaan apakah peningkatan kapasitas ini akan diantisipasi dengan menambah alat lain pada alat yang ada atau mengganti alat yang ada dengan yang baru yang mampu bekerja pada kapasitas yang dibutuhkan. Berikut ini adalah salah satu contoh permasalahan analisis penggantian karena kebutuhan peningkatan kapasitas.

Contoh 10.4

Setahun yang lalu sebuah perusahaan manufaktur membeli motor 10 hp, untuk menggerakkan belt konveyor yang dimilikinya. Karena kebutuhan dan panjang belt konveyor sehingga motor yang dayanya 10 hp tidak lagi cukup untuk menggerakkannya. Setelah dilakukan perhitungan, belt konveyor ini membutuhkan daya penggerak 20 hp. Secara teknis, daya ini bisa diperoleh dengan menambah satu motor lagi yang dayanya 10 hp. Alternatif lainnya adalah menjual motor yang lama dan menggantinya dengan yang baru yang memiliki daya 10 hp. Motor yang dimiliki sekarang dibeli setahun yang lalu dengan harga Rp.840 ribu dan masih bisa bekerja pada efisiensi penuh 88% dan harga jual yang pas pada saat ini adalah Rp.540 ribu. Motor yang sama pada saat ini harganya Rp.880 ribu. Motor

dengan daya 20 hp harganya Rp.1560 ribu dengan efisiensi 90%.Belt konveyor diharapkan bisa bekerja selama 2000 jam per tahun dan mengkonsumsi arus listrik-seharga Rp.30 per kwh.

Ongkos-ongkos perawatan dan operasional (selain arus listrik)adalah Rp.70 ribu per tahun untuk motor 10 hp dan Rp.100 ribu per tahun untuk motor 20 hp. Pajak dan asuransi dikenakan sebesar=1% dari harga awal. Bunga yang-berlaku ditetapkan 6%. Motor yang baru diperkirakan memiliki-umur 10 tahun dengan nilai sisa sebesar 20% dari harga awalnya.

Motor yang dimiliki saat ini diestimasikan memiliki umur total 11-tahun-(sehingga sisa umurnya 10 tahun). Dengan menggunakan-analisis-penggantian, tentukan alternatif mana yang sebaiknya dipilih.

Solusi :

Pemilihan alternatif ini akan dilakukan dengan membandingkan ongkos-ongkos ekuivalen tahunan pada kedua alternatif.

a. Alternatif pertama: Menambah motor dengan daya 10 hp pada motor yang ada

- Motor 10 hp yang sekarang:
 - Ongkos tahunan dari capital recovery:
 $(540.000-168.000)(A/P, 6\%, 10) + 168.000(0,06) = \text{Rp. } 60.640$
 - Biaya arus listrik:
 $\frac{10\text{hp}}{0,88} \times \frac{0,746\text{kw}}{\text{hp}} \times \frac{30}{\text{kw jam}} \times 2000 \text{ jam} = \text{Rp. } 508.640$
 - ongkos perawatan dan operasional =Rp. 70.000
 - Pajak dan asuransi, Rp. 840.000 x 0,01 =Rp. 8.400
- Motor 10 hp yang baru:
 - Ongkos tahunan dari capital recovery:
 $(880.000-176.000) (A/P, 6\%, 10) + 176.000(0.06) = \text{Rp. } 106.00$
 - Biaya arus listrik:
 $\frac{10}{0,88} \times 0,746 \times 30 \times 2000 = \text{Rp. } 508.640$
 - Ongkos perawatan dan operasional =Rp. 70.000
 - Pajak dan asuransi, Rp. 880.000 x 0,01 =Rp. 8.800

Ongkos ekuivalen tahunan untuk alternative ini =Rp. 1.341.360

b. Alternatif kedua, menjual motor 10 hp yang dimiliki dan menggantinya dengan motor 20 hp.

- Ongkos tahunan dari capital recovery:	
$(1.560.000-312.000)(A/P, 6\%, 10) + 312.000(0,06)$	= Rp. 188.320
-Biaya arus listrik:	
$\frac{20}{0,90} \times 0,746 \times 30 \times 2000$	=Rp. 996.670
-ongkos perawatan dan operasional	=Rp. 100.000
-Pajak dan asuransi, Rp. 1.560.000 x 0,01	=Rp. 15.600
Ongkos ekuivalen tahunan untuk alternative ini	=Rp. 1.298.590

Dengan analisis di atas dapat dikatakan bahwa alternatif kedua lebih baik. Artinya, perusahaan sebaiknya menjual motor 10hp yang-

dimiliki-dan menggantinya dengan motor 20 hp. Kebijakan ini akan memberikan penghematan sebesar $1.341,36 \text{ ribu} - 1.298,59 \text{ ribu} = 42,77 \text{ ribu}$ per tahun.

Nilai sebesar Rp. 540 ribu dianggap sebagai nilai awal pada motor 10 hp yang dimiliki karena bila motor ini di jual, perusahaan akan memperoleh uang sebesar Rp.540ribu. Artinya nilai motor tersebut saat ini adalah Rp.540 ribu. Dengan menggunakan prinsip sudut pandang pihak ketiga maka alternatif pertama akan dianggap membutuhkan inventasi sebesar $\text{Rp.}540 \text{ ribu} + 880 \text{ ribu} = \text{Rp.}1.420.000 \text{ ribu}$ dan alternatif kedua membutuhkan inventasi-sebesar Rp.1560.000 ribu.

Karena alternatif kedua ternyata lebih baik, maka bisa dikatakan bahwa kelebihan inventasi sebesar $1.560.000 - 1.420.000 = \text{Rp. } 140 \text{ ribu}$, pada alternatif kedua akan menghasilkan ROR lebih besar dari 6% setahun.

10.4.2 Penggantian karena Biaya Perawatan yang Berlebihan

Pada dasarnya perawatan dilakukan untuk menjaga agar suatu aset tetap berfungsi dengan baik. Dengan kata lain, perawatan adalah upaya untuk memperpanjang masa pakai dari suatu aset.

Biaya perawatan biasanya naik dari waktu ke waktu karena tingkat kerusakan akan meningkat dengan bertambahnya masa pakai suatu aset.

Pada saat-saat tertentu diperlukan perawatan yang ekstensif yang membutuhkan biaya yang cukup besar. Sebelum perawatan yang seperti ini dilakukan, sebaiknya analisis melakukan analisis penggantian untuk menentukan apakah perawatan tersebut memang lebih menguntungkan dari alternative yang lain, misalnya dengan mengganti suatu aset dengan yang baru. Contoh berikut memberikan ilustrasi bagaimana analisis penggantian bisa diaplikasikan untuk menentukan keputusan pada alternatif perawatan dan penggantian suatu aset.

Contoh 10.5

Sebuah peralatan pembantu pada pembangkit tenaga listrik sedang mengalami kerusakan. Alat ini masih bisa diperbaiki (overhaul) dengan biaya

Rp.15 juta. Perbaikan ini akan menyebabkan alat tersebut bisa berfungsi selama 3 tahun. Selama 3 tahun tersebut alat tadi diperkirakan membutuhkan biaya perawatan sebesar Rp. 1,2 juta per tahun. Manajer teknik juga sedang memikirkan alternatif lain yakni membeli alat baru yang fungsinya sama seharga Rp.65 juta. Alat ini diestimasikan bisa berfungsi secara ekonomis selama 20 tahun dengan biaya perawatan Rp.200 ribu setahun. Perusahaan menetapkan MRR 12% sebagai dasar analisis. Bila anda adalah analis yang disertai tugas untuk menganalisis permasalahan di atas, alternatif mana yang anda-sarankan?

Solusi:

Kedua alternatif di atas bisa dibandingkan berdasarkan ongkos-ongkos ekuivalen tahunannya.

$$\begin{aligned} EUAC_1 &= 15 \text{ juta}(A/P, 12\%, 3) + 1,2 \text{ juta} \\ &= 15 \text{ juta}(0,4164) + 1,2 \text{ juta} \\ &= \text{Rp.7,446 juta} \\ EUAC_2 &= 65 \text{ juta}(A/P, 12\%, 20) + 0,2 \text{ juta} \\ &= 65 \text{ juta}(0,1339) + 0,2 \text{ juta} \\ &= \text{Rp.8.904 juta} \end{aligned}$$

Dengan analisis di atas maka perusahaan sebaiknya memperbaiki alat yang ada sehingga memberikan penghematan sebesar Rp.1,458 juta per tahun.

10.4.3 Penggantian karena Keusangan

Walaupun secara fisik masih cukup bagus, sering kali suatu peralatan perlu diganti karena munculnya peralatan-peralatan sejenis dengan teknologi yang lebih canggih. Kecanggihan ini mungkin disebabkan karena kemampuannya (kecepatan proses, dan sebagainya), ukurannya, bentuknya, dan sebagainya sehingga peralatan lama seolah-

olah menjadi using (ketinggalan jaman). Sebelum memutuskan untuk membeli peralatan yang baru yang lebih modern, seorang pengambil keputusan sebaiknya melakukan analisis penggantian sehingga keputusan untuk tetap memakai peralatan yang lama atau menggantinya dengan yang baru bisa ditetapkan sebagai dasar-perhitungan-yang-ekonomis.

Berikut ini adalah contoh analisis penggantian peralatan karena permasalahan keusangan.

Contoh 10.6

PT. EFG adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi komponen sebuah alat otomotif yang terdiri dari dua sub komponen, yaitu A dan B. Kedua sub komponen tersebut diproses pada mesin bubut yang telah dibeli 13 tahun yang lalu dengan harga awal sebesar Rp. 6,3 juta. Sebuah mesin bubut baru yang lebih canggih sedang mempertimbangkan sebagai pengganti yang lama. Ongkos awal dari mesin bubut yang baru ini adalah Rp. 15 juta. Waktu produksi setiap 100 sub komponen

dengan mesin lama dan baru adalah sebagai berikut:

Sub komponen	Mesin lama	Mesin baru
A	2,92 jam	2,39 jam
B	1,84 jam	1,45 jam
Total	4,76 jam	3,84 jam

Perusahaan bias menjual komponen yang dibuat rata-rata 40 ribu unit tiap tahun. Operator mesin dibayar Rp.8500 per jam. Mesin baru diperkirakan membutuhkan sumber tenaga yang lebih besar per satuan waktu, namun karena mesin ini bisa bekerja lebih cepat, perbedaan ini dianggap tidak signifikan. Harga jual mesin yang dimiliki saat ini adalah Rp. 1,2 juta dan diperkirakan bisa berfungsi lagi selama 2 tahun dengan nilai sisa Rp.250 ribu di akhir umurnya. Mesin yang baru diperkirakan berumur 10 tahun dengan nilai sisa Rp. 1,5 juta. Tentukanlah apakah perusahaan sebaiknya membeli mesin baru tersebut? Gunakan MRR 12%.

Solusi :

Ongkos-ongkos ekuivalen tahunan untuk kedua mesin adalah sebagai berikut:

a. Mesin lama

- Ongkos tahunan dari capital recovery:	
$(1.2 \text{ juta} - 0,25 \text{ juta})(A/P, 12\%, 2) + 0,25 \text{ juta}(0,12)$	= Rp. 0,592 juta
-Ongkos tenaga kerja langsung:	
$\frac{20}{100} \times 40.000 \times 8.500$	= Rp. 16,184 juta
<hr/>	
Total	= Rp. 16,776 juta

b. Mesin baru

- Ongkos tahunan dari capital recovery:	
$(1.5 \text{ juta} - 1,5 \text{ juta})(A/P, 12\%, 10) + 1,5 \text{ juta}(0,12)$	= Rp. 2,570 juta
-Ongkos tenaga kerja langsung:	
$\frac{3,84}{100} \times 40.000 \times 8.500$	= Rp. 13,056 juta
<hr/>	
Total	= Rp. 15,626 juta

Dengan analisis ini dapat disimpulkan bahwa perusahaan sebaiknya membeli mesin bubut yang baru karena bisa memberikan penghematan sebesar Rp. 1,150 juta per tahun dibandingkan dengan tetap memelihara mesin yang lama.

10.4.4 Penggantian dengan Menyewa

Menyewa berarti memiliki suatu aset pada suatu periode tertentu dengan membayar sejumlah uang sesuai dengan perjanjian yang disepakati bersama antara penyewa dengan yang menyewakan. Alternatif menyewa sering kali dipertimbangkan sebagai jalan yang tepat karena berbagai alasan, antara lain karena dengan menyewa seseorang terhindar dari kewajiban sebagai pemilik, termasuk diantaranya kewajiban

untuk merawat, terhindar dari resiko keusangan, usia aset, penggantian, proteksi terhadap kerusakan, dan sebagainya. Peralatan-peralatan yang biaya inventasinya mahal dan tingkat utilitasnya rendah akan tepat sekali dianalisis kelayakan untuk membeli atau menyewanya. Sebagai contoh, banyak kontraktor yang berpikir bahwa menyewa alat-alat konstruksi yang besar seperti bulldozer, pencampur semen, truk, kompressor utama, dan sebagainya akan lebih ekonomis dibandingkan dengan membelinya. Dengan menyewa perusahaan juga bisa menghindarkan biaya inventasi yang besar, yang sebetulnya bisa dialokasikan untuk inventasi yang lebih produktif.

Contoh.7

Sebuah perusahaan manufaktur memiliki peralatan yang telah diinstalasi 6 tahun yang lalu dengan biaya awal Rp. 150 juta yang bila dijual saat ini harganya adalah Rp.5 juta. Apabila alat ini dipakai satu tahun lagi, biaya perawatan dan operasionalnya akan menjadi Rp. 20 juta per tahun. Manajer teknik perusahaan tersebut akan mempertimbangkan untuk memasang alat baru dengan ongkos awal Rp. 200 juta. Alat ini diperkirakan memiliki nilai sisa Rp.10 juta dengan masa pakai 10 tahun. Ongkos tahunan untuk perawatan dan operasionalnya sebesar Rp. 50 juta. Bila $MRR = 20\%$, tentukan kapan sebaiknya penggantian alat tersebut dilakukan dengan asumsi bahwa ongkos awal dan nilai sisa dari alat yang baru masih konstan untuk tahun-tahun-berikutnya.

Solusi:

Pada permasalahan ini kita harus mencari ongkos-ongkos ekuivalen tahunan dari peralatan yang diusulkan dan membandingkannya dengan ongkos-ongkos ekuivalen tahunan peralatan yang lama pada $N = 1, 2$, dan seterusnya, dimana N adalah tahun yang menunjukkan lamanya peralatan yang lama masih akan dipakai.

$$\begin{aligned} EUAC \text{ baru} &= (200 \text{ juta} - 10 \text{ juta})(A/P, 20\%, 10) + 10 \text{ juta}(0, 20) + 50 \text{ juta} \\ &= 97,319 \text{ juta} \end{aligned}$$

Pada $N = 1$ (bila alat itu diganti saat ini):

$$EUAC \text{ lama} = (50 \text{ jt} - 45 \text{ jt})(A/P, 20\%, 1) + 5 \text{ jt}(0, 20) + 75 \text{ jt} = 90 \text{ juta}$$

Nilai Rp.45 juta diperoleh dari 50 juta – 5 juta yang menunjukkan nilai sisa dari alat tersebut-bila-dipakai-satu-tahun-lagi.

Pada $N = 2$ (bila alat ini masih dipakai pada tahun kedua dari sekarang):

$$EUAC \text{ lama} = (50 \text{ jt} - 40 \text{ jt})(A/P, 20\%, 2) + 40 \text{ jt}(0, 20) + (75 \text{ jt}(P/F, 20\%, 1) + 95 \text{ jt}(P/F, 20\%, 2))(A/P, 20\%, 2) = 98,633 \text{ juta.}$$

Dengan demikian maka sebaiknya alat yang lama masih tetap dipakai pada tahun pertama tetapi diganti pada tahun kedua dari sekarang.

10.5 Soal

1. Sebuah bengkel mobil membeli kompresor seharga Rp. 14 juta dengan ongkos tahunan dan estimasi nilai sisa terlihat seperti pada tabel berikut.

tahun (N)	Ongkos tahunan (Rupiah)	nilai sisa akhir tahun (Rupiah)
1	1 juta	9 juta
2	2 juta	8 juta
3	3 juta	7 juta
4	4 juta	6 juta
5	5 juta	5 juta
6	6 juta	4 juta

Dengan menggunakan MRR 30%, hitunglah umur optimal dari kompresor tersebut (dalam angka bulat)

2. Industri pembuatan minuman BCD telah membeli mesin pengemas dua tahun yang lalu dengan harga Rp. 17 juta. Pada saat itu mesin diestimasi mesin tersebut berumur 7 tahun tanpa nilai sisa. Ongkos operasional tahunannya Rp. 4,5 juta. Sebuah mesin pengemas baru seharga Rp. 20 juta dipertimbangkan untuk dibeli dengan ongkos operasional tahunan Rp. 2 juta, umurnya 5 tahun dan tanpa nilai sisa. Harga jual mesin lama pada saat ini adalah Rp. 5 juta. dengan bunga 10% per bulan:

a. Bandingkanlah nilai sekarang (P_w) dari kedua alternatif dengan periode studi 5 tahun dari sekarang.

b. Gunakan sudut pandang pihak ketiga untuk menentukan ongkos-ongkos ekuivalen tahunan pada kedua alternatif.

c. Apakah mesin baru seharusnya dibeli?

3. Sebuah industri manufaktur sedang mempertimbangkan untuk mengganti sistem material handling-nya dengan sistem. Sistem yang lama diharapkan bisa digunakan selama 8 tahun lagi dengan nilai sisa Rp. 5 juta. Ongkos-ongkos operasional dan perawatannya sebesar Rp. 30 juta per tahun. Sistem yang baru bisa dibeli atau disewa. Bila sistem baru dibeli, harganya Rp. 280 juta dengan masa pakai 8 tahun dan nilai sisa Rp. 60 juta. Ongkos-ongkos tahunannya diperkirakan sebesar Rp. 18 juta. Bila sistem baru ini dibeli maka sistem yang lama akan bisa dijual seharga Rp. 20 juta. Apabila perusahaan menyewa sistem baru maka sistem yang lama bisa dijual seharga Rp. 10 juta. Dengan menyewa sistem baru maka perusahaan harus membayar ongkos sewa setiap awal tahun sebesar Rp. 26 juta dan menggugong ongkos-ongkos operasional sebesar Rp. 10 juta per tahun yang membukukannya dilakukan pada setiap akhir tahun.

Dengan MRR 15%, bandingkanlah ketiga alternatif (tetap memakai sistem yang lama, membeli sistem yang baru, atau menyewa sistem yang baru) dengan pendekatan pihak ketiga. Gunakan periode studi 8 tahun.

4. Sebuah mesin dibeli 5 tahun yang lalu seharga Rp. 12 juta. Pada saat itu diestimasikan 10 tahun dengan nilai sisa Rp. 1 juta. Rata-rata pengeluaran tahunannya Rp. 14 juta dan rata-rata pendapatan tahunannya Rp. 20 juta. Pada saat ini perusahaan bisa membeli mesin baru yang harganya Rp. 15 juta, umurnya 10 tahun, ongkos-ongkos tahunannya Rp. 7,5 juta dan pendapatan tahunannya Rp. 13 juta. Nilai sisanya menurun Rp. 1,5 juta tiap tahun, atau memiliki fungsi :

$$S_i = \text{Rp. } 15 \text{ juta} - 1,5 \text{ juta } X_i, \text{ untuk } i = 0, 1, 2, \dots, 10$$

Bila mesin baru ini dibeli maka perusahaan bisa menjual lama seharga Rp. 5 juta. Dengan MARR=15%, dan periode studi 5 tahun, tentukan apakah manajemen seharusnya memutuskan untuk membeli mesin baru atau tetap menggunakan mesin

yang-lama.

5. Sebuah perusahaan distributor alat-alat perkantoran membeli truk forklift 4 tahun yang lalu seharga Rp.8 juta. Pada saat itu diestimasi truk tersebut berumur 8 tahun dengan nilai sisa Rp.1juta truk tersebut saat ini bisa dijual seharga Rp. 2,5juta. Ongkos-ongkos operasional tahunan pada tahun ke-i mengikuti fungsi:

$$C_i = 2\text{juta} - 0,5\text{juta} (i-1)\text{juta}$$

Pada saat ini distributor sedang mempertimbangkan untuk membeli forklift jenis lain dengan harga Rp. 7 juta sebagai pengganti yang lama. Umurnya diestimasi 10 tahun dan nilai sisanya menurun setiap tahun sebesar Rp. 0,6 juta. Ongkos-ongkos tahunannya diperkirakan sebesar Rp. 1,2 juta. Dengan MARR 12% per tahun dan periode studi 4 tahun, apakah seharusnya penggantian tersebut dilakukan ini?

6. Pada saat ini mesin miling yang digunakan oleh sebuah perusahaan kayu bisa dijual seharga Rp. 22 juta. Pekerjaan yang membutuhkan mesin miling diperkirakan hanya akan berlangsung sampai 6 tahun mendatang. Selanjutnya mesin tersebut tidak akan diperlukan lagi. Estimasi ongkos-ongkos operasional dan nilai sisa dari mesin ini dalam 6 tahun mendatang adalah sebagai berikut:

Tahun	1	2	3	4	5	6
ongkos operasional (juta)	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
nilai sisa (juta)	16	12	10	8	6	4

Sebuah dealer mesin miling menawarkan mesin baru seharga Rp. 34 juta dengan data-data ongkos sebagai berikut:

Tahun	1	2	3	4	5	6
ongkos operasional (juta)	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3
nilai sisa (juta)	26	22	20	18	16	14

- Dengan mengabaikan tingkat bunga, kapan sebaiknya mesin yang baru dibeli untuk mengganti yang-lama?
- Ulangi jawabannya bila tingkat bunga yang digunakan adalah 10%.

7. Perusahaan elektronik terkemuka di Surabaya telah memasang sebuah peralatan seharga Rp. 150 juta 6 tahun yang lalu. Alat tersebut memiliki harga jual sebesar Rp. 50 juta saat ini dan harganya akan menurun Rp. 6 juta tiap tahun. Apabila alat ini dipakai satu tahun lagi maka ongkos-ongkos operasional dan perawatannya akan menjadi Rp. 75 juta dan setelah itu akan meningkat Rp. 10 juta per tahun. Manajer teknik sedang mempertimbangkan untuk mengganti peralatan tersebut dengan yang baru seharga Rp. 200 juta dengan estimasi umur 10 tahun dan nilai sisa Rp. 10 juta. Ongkos-ongkos operasional dan perawatannya sebesar Rp. 50 juta per tahun. Dengan mengasumsikan bahwa ongkos awal dan nilai sisa alat yang diusulkan masih tetap untuk tahun-tahun berikutnya, tentukan kapan penggantian itu sebaiknya dilakukan. Gunakan-MARR-20%.

8. Alat pengolah limbah yang dipasang 8 tahun yang lalu oleh perusahaan farmasi memiliki harga awal Rp. 20 juta dan diperkirakan harga jualnya saat ini adalah Rp. 8 juta. Alat ini diperkirakan dipakai selama 7 tahun lagi dengan estimasi nilai sisa sebesar Rp. 1,5 juta dan rata-rata ongkos tahunannya terdiri dari:

bahan bakar	Rp. 25 juta
tenaga kerja	Rp. 20 juta
pajak dan asuransi	2% dari harga beli
biaya lain-lain	Rp. 15 juta

Alat pengolah limbah yang baru sedang dianalisis untuk dipakai menggantikan yang sudah terpasang. Alat ini harganya Rp. 30 juta dengan perkiraan masa pakai 7 tahun dan nilai sisa 2 juta. Bila alat yang baru ini dipasang maka dibutuhkan biaya Rp. 2,5 juta untuk memindahkan alat yang sudah terpasang. Ongkos-ongkos tahunan yang akan dikeluarkan dengan dipasangnya alat baru ini terdiri dari:

bahan bakar	Rp. 15 juta
tenaga kerja	Rp. 12 juta
pajak dan asuransi	2% dari harga beli
biaya lain-lain	Rp. 13 juta

Dan dibutuhkan perawatan terencana setiap 2 tahun dengan biaya Rp. 3 juta setiap kali perawatan ini dilakukan. Bila alat yang lama dianggap mampu mengembalikan modal dengan tingkat 20% per tahun, apakah sebaiknya alat yang lama diganti dengan yang-baru?

Bab 11

Analisis Manfaat Biaya

Pokok Bahasan

11.1 Pendahuluan

11.2 Pembiayaan Proyek-proyek Pemerintah

11.3 Tingkat Bunga untuk Proyek-proyek Pemerintah

11.4 Proyek-proyek pemerintah dan Ekonomi Teknik

11.5 Analisis Manfaat Biaya

11.6 Analisis Manfaat Biaya untuk Membandingkan Alternatif

11.7 Mengidentifikasi Benefit, Disbenefit, dan Ongkos

11.8 Analisis Efektivitas Ongkos

11.9. Soal

11.7 Mengidentifikasi benefit, disbenefit, dan ongkos

Dalam melakukan analisis manfaat biaya dari suatu alternatif proyek kita sering di hadapankan dengan kerancuan antara benefit (manfaat) ,disbenefit (manfaat negatif),maupun ongkos.oleh karena itu ,dalam buku ini perlu di tegaskan beberapa patokan untuk mengidentifikasi ketiga komponen tersebut.

Benefit atau manfaat adalah semua manfaat positif yang akan di rasakan oleh masyarakat umum dengan terlaksana nya suatu proyek.Disbenefit atau dampak

negatif yang menjadi konsekuensi bagi masyarakat umum dengan berdirinya atau berlangsungnya proyek tersebut.

Untuk menentukan ongkos netto bagi sponsor proyek atau pemerintah maka perlu lebih jauh diidentifikasi pengeluaran-pengeluaran apa saja yang harus ditanggung oleh sponsor proyek dan pendapatan-pendapatan apa saja yang akan diperoleh dari proyek tersebut. Ongkos-ongkos ini akan meliputi baik ongkos awal dari proyek maupun ongkos-ongkos tahunan yang biasanya dibutuhkan untuk operasional dan perawatan.

Sebagai contoh, misalkan pemerintah akan membangun jalan tol antara dua kota yang akan melewati daerah pertanian yang cukup luas. Dengan proyek jalan tol ini maka manfaat, dampak negatif, maupun ongkos-ongkos yang timbul adalah sebagai berikut:

Manfaat (benefit) bagi masyarakat umum :

- Penurunan biaya operasional kendaraan, termasuk bahan bakar
- Waktu perjalanan jadi lebih singkat dan lancar
- Meningkatkan keamanan lalu lintas
- Kemudahan mengendarai kendaraan
- Peningkatan harga tanah

Dampak negatif (disbenefit) bagi masyarakat umum

- Pengurangan lahan pertanian
- Terganggunya saluran air untuk irigasi
- Peningkatan polusi udara

Pendapatan bagi pemerintah

- Ongkos kontruksi
- Ongkos perawatan
- Ongkos administratif

Pendapatan bagi pemerintah

- Pendapatan dari iuran (tol) pemakai jalan
- Peningkatan pajak akibat meningkatnya nilai tanah di sekitar jalan tol.

Apabila ditelusuri lebih jauh, manfaat yang di timbulkan oleh suatu proyek biasanya memiliki derajat atau tingkat kepentingan yang berbeda beda. Ada dua klasifikasi yang umum dipakai berkaitan dengan manfaat dari suatu proyek pemerintah, yaitu manfaat primer dan sekunder.

Manfaat primer adalah nilai dari produk atau jasa yang langsung dihasilkan dari aktifitas proyek, sedangkan manfaat dari sekunder adalah nilai dari produk atau jasa tambahan yang di hasilkan atau dirangsang dari aktifitas proyek tersebut. Kebanyakan proyek pemerintah memiliki manfaat primer dan apabila memungkinkan, manfaat sekunder semestinya juga dipertimbangkan.

Berbagai manfaat yang bisa muncul dari suatu proyek memang tidak semua nya bisa di kuantifikasikan apalagi kedalam nilai mata uang. Prinsip yang harus dipegang dalam nilai mata uang, tetapi yang lebih penting adalah mengkonversikan nilai manfaat dan biaya tersebut kedalam ukuran yang sudah di pahami oleh pihak yang terlibat, baik sebagai sponsor ataupun sebagai pengguna proyek tersebut nanti nya. Pada kasus nya dimana ukuran kualitatif kadang kadang di anggap cukup. Yang paling penting dalam hal ini adalah melihat sejauh mana manfaat

manfaat dan biaya biaya tersebut bisa diquantifikasikan.Salah satu kesulitan yang sering muncul adalah pada saat menaksir manfaat maupun biaya dari proyek proyek yang berfungsi majemuk.Untuk proek proyek yang seperti ini seyogyanyalah ongkos ongkos yang dibutuhkan didistribusikan secara propesional pada proyek peoyek yang majemuk tersebut.sebagai contoh,sebuah DAM besar akan memberikan berbagai manfaat setelah dibangun sehingga sebelum melakukan analisis manfaat biaya,terlebih dahulu harus diidentifikasikan manfaat maupun biaya pada masing masing fungsi seperti yang terlihat pada tabel 11.4

Fungsi	Benefit	Disbenefit	Ongkos	Pemasukkan
PLTA	Meningkatkan sumber tenaga	Pemakaian lahan	Inventasi & operasonal	Penjualan tenaga listrik
Pengendali banjir	Penurunan biaya banjir	Pemakaian tanah	Inventasi & operasonal	Terhindar nya ongkos akibat banjir
Irigasi	Peningkatan pertumbuhan	Pemakaian lahan	Inventasi & perawatan	Retribusi air irigasi
Navigasi	Penhemataan ongkos transportasi	Hilangnya lalulintas darat	Inventasi & perawatan	Retribusi kapal kapal pemakai DAM
Rekreasi	Meningkatkan sarana wisata	Hilangnya sungai	Inventasi & perawatan	Retribusi pengunjung

11.8 Analisis Efektivitas – Ongkos

Apabila output suatu proyek sulit dinyatakan dalam satuan mata uang tetapi bisa dinyatakan dalam suatu ukuran fisik tertentu maka analisis efektivitas ongkos bisa digunakan untuk menentukan alternatif proyek atau sistem mana yang tepat untuk memenuhi suatu sasaran tertentu. Walaupun analisis efektivitas ongkos biasanya digunakan untuk mengevaluasi proyek proyek hankam yang kompleks, analisis ini juga cukup tepat digunakan pada sektor ekonomi dan sosial.

Ada 3 kondisi yang harus dipenuhi agar kita bisa melakukan analisis efektivitas - ongkos, Yaitu :

1. Fungsi atau sasaran dari proyek atau sistem yang di evaluasi bisa didefinisikan dan bisa di capai
2. Ada beberapa alternatif yang bisa digunakan atau di tempuh untuk mencapai sasaran tersebut.
3. Kendala kendala yang berkaitan dengan permasalahan bisa diterima atau batas nya terjangkau.

Sasaran yang jelas diperlukan sebagai dasar dalam membandingkan alternatif-alternatif. demikian pula kendala kendala seperti dana, waktu, tenaga dan sebagainya hendaknya memiliki batas batas yang terjangkau sehingga bisa di pastikan bahwa alternatif yang terbaik yang akan di terima.

Ada sepuluh langkah yang biasanya diikuti dalam melakukan analisis efektivitas ongkos, yaitu :

Langkah 1 ; Definisikan sasaran, tujuan, misi dan sebagainya yang akan dipenuhi. Analisis efektivitas ongkos akan mengidentifikasikan alternatif cara terbaik untuk memenuhi sasaran, tujuan dan misi tersebut.

Langkah 2 ; identifikasi kebutuhan kebutuhan yang di perlukan untuk mencapai sasaran tersebut. kebutuhan kebutuhan yang dimaksud adalah kebutuhan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi bila sasaran tersebut harus dicapai

Langkah 3; kembangkan alternatif alternatif untuk mencapai sasaran ini.harus ada 2 minimal alternatif yang akan di evaluasi.

Langkah 4 ; tentukan ukuran yang akan di pakai pada saat melakukan evaluasi. Ukuran ini nantinya akan membandingkan antara kemampuan masing- masing dengan kebutuhan untuk mencapai sasaran .beberapa ukuran atau kriteria yang umum dipakai dalam evaluasi seperti ini adalah performansi , ketersediaan kehandalan, kemudian perawatanya,dan sebagainya

Langkah 5 : pilih efektifitas tetap atau pendekatan ongkos tetap ,pada metode efektifitas tetap,kriteria pemilihan adalah ongkos yang di timbulkan untuk mencapai suatu tingkat efektifitas tertentu.Artinya alternatif yang dipilih adalah yang bisa memenuhi tingkat efektifitas tertentu yang membutuhkan ongkos minimum.Alternatif yang tidak bisa memenuhi tingkat efektifitas tersebut mungkin harus di eliminasi atau dikenakan ongkos penalti.Sedangkan pendekatan ongkos tetap adalah mengukur tingginya efektifitas yang bisa di capai dengan suatu ongkos tertent (yang sama) pada masing masing alternatif.Ongkos dalam hal ini selalu di artikan sebagai nilai sekarang (present worth) atau nilai tahunan (annual worth)dari ongkos siklus hidup yang meliputi ongkos penelitian dan pengembangan,ongkos rekayasa,ongkos konstruksi ,ongkos perawatan,ongkos operasional ,nilai sisa ,dan ongkos lain yang terjadi selama siklus hidup suatu alternatif.

Langkah 6 : tentukan kemampuan alternatif alternatif dalam ukuran atau kriteria evaluasi yang di tetapkan.

Langkah 7 : tuliskan alternatif alternatif beserta kemampuannya dengan cara yang teratur dan mudah di pahami.

Langkah 8 ; analisis alternatif alternatif tersebut berdasarkan kriteria efektifitas dan pertimbangan ongkos.Alternatif alternatif yang jelas jelas kelihatan minor atau didominasi oleh yang lain nya sebaiknya dieeliminasi dari pertimbangan

Langkah 9 ; lakukan analisis sensitivitas untuk melihat apakah akan terjadi perubahan pada keputusan apabila ada perubahan perubahan kecil pada asumsi atau kondisi yang di hadapi.

Langkah 10 ; sokumentasikan semua pertimbangan ,analisis ,asumsi ,metologi , keputusan dan sebagainya dari langkah langkah sebelum nya.

Tabel 11.5 ongkos dan efektivitas ketiga sistem

Sistem	Ongkos sekarang (milyar)	Efektivitas ((ton/hari)
Pesawat 1 kapal	1,2	1.620
pesawat II	1,2	1.410
	1	1.410

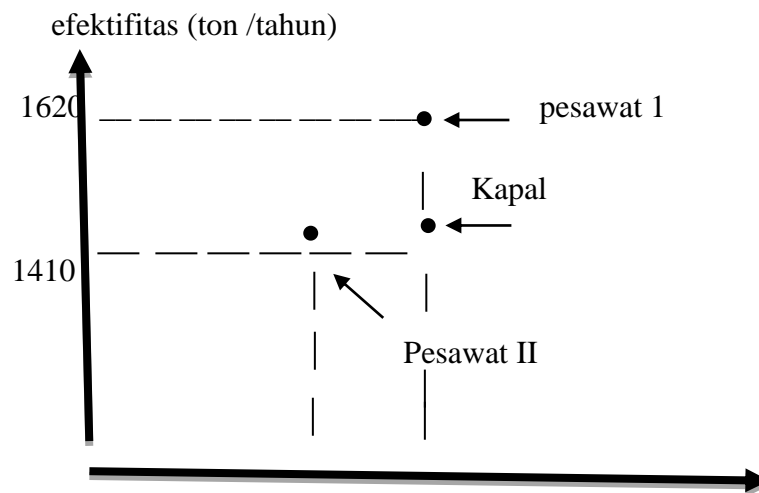
Contoh 11.4

Urusan logistik departemen Hankam sedang mempertimbang sistem pengangkutan peralatan dan orang dari satu lokasi lain .setelah dilakukan study yang cukup lama di peroleh 3 alternatif yang layak di pertimbangkan yaitu pesawat tipe I ,kapal dan pesawat tipe II .

Asumsikan bahwa depertemen Hankam telah memutuskan bahwa ongkos siklus hidup yang di ijinakan maksimum sampai Rp 1,2 milyar .setelah di lakukan kalkulasi yang cukup ditail didapatkan ongkos siklus hidup masing masing alternatif dan efektivitas pengangkuttanya dalam ton perhari seperti yang di tunjukkan pada tabel 11.5

Bila kita bandingkan dengan pesawat I dengan kapal maka yang terpilih adalah pesawat I karena ongkos siklus hidup yang sama , efektivitas pesawat I lebih besar

dari kapal.jadi dengan pendekatan ongkos tetap ,diperoleh nilai efektivitas yang lebih tinggi dari alternatif pertama .selanjutnya analisis dilakukan dengan pendekatan efektivitas yang lebih baik antara kapal dengan pesawat II .tampak dari tabel tersebut bahwa dengan efektivitas yang sama ,yaitu 1410 ton perhari ,ongkos siklus hidup pesawat II lebih murah dari kapal.dengan demikian maka pesawat II lebih baik dari kapal .hal ini juga bisa diilustrasikan seperti pada gambar 11.1



Ongkos siklus hidup

Gambar siklus 11.1 ilustrasi ongkos dan efektivitas ketiga sistem pada contoh 11.4

Untuk menentukan apakah pesawat I atau pesawat II yang lebih di pilih maka departemen Hankam harus menentukan yang mana yang lebih berharga mengeluarkan ongkos siklus hidup RP 0,2 milyar atau mengangkut tambahan berat 210 ton per hari .apabila nilai uang 0,2 milyar dianggap lebih berharga maka departemen hankam akan memilih pesawat II .demikian pula sebaliknya bila mengangkut rrobot 210 ton perhari dianggap lebih berharga dari dari ongkos siklus hidup sebesar Rp 0,2 milyar maka sistem pesawat I yang akan di pilih.

Bab 12

Ekivalensi dengan

Mempertimbangkan inflasi

POKOK BAHASAN

12.1 Pendahuluan

12.2 Index/harga, inflasi dan daya beli

12.3 Ekivalensi dengan mempertimbangkan inflasi

12.4 inflasi dan kombinasi tingkat bunga-inflasi

12.5 Soal

12.1 Pendahuluan

Inflasi pada dasarnya didefinisikan sebagai waktu terjadinya kenaikan harga-harga barang, jasa, atau faktor-faktor produksi secara umum. Dengan adanya inflasi maka daya beli uang akan semakin rendah dari waktu ke waktu. Oleh karenanya, pendapatan riil seseorang tidak akan berubah apabila pendapatan absolutnya

meningkat seiring dengan besarnya inflasi. Ada beberapa teori yang berbeda tentang inflasi, namun tidak ada satupun yang bisa menjelaskan setiap situasi yang mungkin terjadi. Disamping itu sumber inflasi pada suatu saat mungkin berbeda pada negara-negara yang maju maupun negara-negara berkembang, pada negara-negara yang kolusi buruhnya kuat maupun pada yang kolusi buruhnya lemah, dan pada negara-negara yang struktur ekonominya cukup kompetitif dan tertutup maupun yang ekonominya cukup terbuka dalam percaturan ekonomi dunia. Secara umum, para ekonom membedakan inflasi dalam 3 kategori berbeda, yaitu (1) inflasi yang diakibatkan oleh tekanan permintaan, (2) inflasi yang diakibatkan oleh dorongan ongkos, dan (3) inflasi struktural.

1. Inflasi karena tekanan permintaan. Jenis inflasi ini, yang sering juga disebut kelebihan permintaan, paling umum terjadi diantara ketiga jenis yang disebutkan disini. Secara umum, inflasi ini bisa terjadi karena tersedia terlalu banyak uang untuk jumlah barang yang relative sedikit. Dengan kata lain, penawaran tidak mampu memenuhi permintaan sehingga harga-harga barang akan terdorong untuk naik. Hal ini biasanya terjadi pada kondisi dimana tingkat pengangguran sangat rendah dan ada batasan untuk memproduksi barang dan jasa dalam jumlah yang lebih banyak pada suatu Negara untuk memenuhi permintaan. Defisit permintaan yang terlalu besar atau suplai uang yang meningkat lebih cepat dari suplai barang dan jasa juga menjadi penyebab dari inflasi ini.
2. Inflasi karena dorongan ongkos. Inflasi ini bukan disebabkan karena terjadinya peningkatan permintaan yang tidak diimbangi meningkatkan jumlah barang dan jasa, tetapi lebih disebabkan karena memang terjadi kenaikan ongkos-ongkos, antar lain ongkos tenaga kerja. Sering kali pada negara-negara yang federasi buruhnya kuat, tenaga kerja mampu menuntut kenaikan gaji walaupun tidak dibarengi dengan peningkatan produktivitas yang proporsional. Tentu saja terjadinya kenaikan upah yang seperti ini akan

ditanggung oleh konsumen dalam wujud kenaikan harga barang-barang dipasar pada gilirannya juga akan menurunkan daya beli dari uang sehingga peristiwa ini akan terus menjadi siklus yang berkelanjutan dan sering kali dinamakan spiral upah-harga.

3. Inflasi struktural. Penyebab yang paling mendasar terjadinya inflasi stuktural adalah adanya pergeseran permintaan dari satu produk industri ke produk industri lainnya. Hal ini biasanya ditunjang dari tekanan serikat pekerja yang cukup kuat sehingga harga-harga produk cenderung untuk meningkatkan dan sulit untuk turun. Misalkan suatu saat terjadi pergeseran permintaan yang cukup signifikan dari produk A ke produk B maka pada kondisi yang seperti ini industri produk B cenderung untuk meningkatkan produksinya, dan dalam prosesnya mungkin harus melibatkan bahan-bahan dan tenaga kerja dengan harga yang lebih mahal sehingga akan mendorong naiknya harga produk B dipasaran. Naiknya harga produk B akan mengakibatkan harga-harga naik secara umum karena walaupun permintaan produk A menurun, kemungkinan menurunnya harga produk A sangat kecil. Tentu saja peningkatan upah dan harga produk pada industri produk pada industri A karena Industri A mungkin juga ditekan untuk membayar tingkat upah yang setara dengan industri B. peningkatan upah tenaga kerja akan mengakibatkan naiknya biaya hidup. Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa inflasi struktural adalah kombinasi dari inflasi karena tekanan permintaan dan inflasi karena dorongan ongkos.

12.2 Index Harga, Inflasi dan Daya Beli.

Secara umum ada dua sisi yang berbeda dari perubahan harga. Sisi yang pertama adalah perubahan pada daya beli uang yang akan mengakibatkan perubahan tingkat harga secara umum kondisi ini dinamakan inflasi. Sisi yang kedua adalah perubahan harga diferensial yang mengakibatkan harga beberapa jenis komoditi berubah pada tingkat yang berbeda dari perubahan harga yang terjadi secara

umum. Perubahan seperti ini dinamakan eskalasi. Kecenderungan harga-harga sekelompok komoditi sering kali dinyatakan dalam bentuk indeks harga. Indeks harga ini didefinisikan sebagai perbandingan antara harga beberapa komoditi (baik barang maupun jasa) pada suatu hari terhadap harga-harga komoditi tersebut pada hari-hari yang lain. Indeks harga yang paling sering digunakan adalah indeks harga konsumen (consumer price index = CPI) dan indeks harga implisit (implicit price index = IPI). Indeks harga konsumen diperoleh dari rata-rata (berbobot) sekelompok barang yang mungkin terdiri dari ratusan produk atau jasa yang biasanya dibeli oleh keluarga yang berpenghasilan tingkat menengah. Harga-harga dari barang ini diperoleh secara bulanan dan dirata-ratakan sesuai dengan distribusi demografi.

Indeks harga implisit menentukan efek dari perubahan tingkat harga secara umum pada produk nasional bruto yang dinyatakan dalam nilai pasar keseluruhan dari barang maupun jasa yang diproduksi oleh suatu negara. Tentu saja, peningkatan nilai-nilai indeks diatas mengindikasikan peningkatan harga yang juga berarti penurunan daya beli uang.

Contoh 12.1

Indeks harga konsumen pada tahun 2001, 2002, 2003, dan 2004 berturut-turut adalah 81,66; 89,45; 100, dan 106,42. Hitunglah persentase perubahan CPI (atau tingkat inflasi) untuk tahun 2002, 2003, dan 2004.

Solusi :

Persentase perubahan CPI tahun 2002 berdasarkan nilai pada tahun sebelumnya adalah:

$$\Delta CPI_{2002} = \frac{CPI_{2002} - CPI_{2001}}{CPI_{2001}} \times 100\%$$

$$= \frac{89,54-81,66}{81,66} \times 100\%$$

$$= 9,54\%$$

Dengan cara yang sama diperoleh:

$$\Delta CPI_{2003} = \frac{CPI_{2003} - CPI_{2002}}{CPI_{2002}} \times 100\%$$

$$= \frac{100-89,54}{89,54} \times 100\%$$

$$= 11,80\%$$

Tentu saja, dengan mengetahui indeks harga pada dua titik waktu yang berbeda maka harga suatu komoditi pada suatu titik waktu akan bisa dihitung bila harga pada titik yang lainnya diketahui. Sebagai ilustrasi pelajari contoh 12.2 berikut.

Contoh 12.2

Misalkan harga sebuah komoditi pada tahun 1978 adalah Rp.1880/kg dan indeks harga pada saat itu adalah 250 dan indeks harga pada tahun 1998 adalah 400, hitunglah harga komoditi tersebut pada tahun 1998.

Solusi :

$$\text{Harga komoditi tersebut} = \frac{400}{250} \times \text{Rp.1.800/kg}$$

$$= \text{Rp.2.880/kg}$$

Ini berarti bahwa harga komoditi tersebut naik 1,6 kali dalam 20 tahun akibat inflasi.

Dalam kaitannya dengan evaluasi alternatif, pertimbangan inflasi sangat perlu diperhatikan. Mengabaikan inflasi akan mengakibatkan kesalahan perhitungan yang cukup signifikan terutama bila periode studi evaluasi proyeknya cukup panjang.

Proses estimasi diperlukan pada saat kita ingin memasukkan unsur inflasi dalam evaluasi alternatif. Proses estimasi inflasi, seperti halnya estimasi tingkat suku bunga atau aliran kas, tentunya tidak mudah dilakukan salah satu cara yang sering digunakan dalam mengestimasi tingkat inflasi pada periode tertentu adalah dengan mengambil nilai rata – rata tingkat inflasi pada periode-periode sebelumnya. Secara umum, apabila indeks harga konsumen pada periode t dan pada periode $t + N$ diketahui maka tingkat inflasi rata-rata selama N periode tersebut bisa dinyatakan dengan persamaan (12.1) atau persamaan (12.2).

$$CPI_t (1 + \bar{f})^N = CPI_{t+N} \quad 12.1$$

atau

$$\bar{f} = \left(\frac{CPI_{t+N}}{CPI_t} \right)^{1/N} - 1 \quad 12.2$$

Dengan \bar{f} adalah tingkat inflasi rata-rata selama N periode tersebut.

Contoh 12.3

Misalkan harga sebuah komoditi pada tahun 1978 adalah Rp.1880/kg dan indeks harga pada saat itu adalah 250 dan indeks harga pada tahun 1998 adalah 400.

- Hitunglah tingkat inflasi rata-rata per tahun.
- Seandainya inflasi rata-rata per tahun adalah 9%, tentukan indeks harga konsumen maupun komoditi tersebut pada tahun 1998.

Solusi :

$$\begin{aligned} \text{a. } \bar{f} &= \left(\frac{400}{250} \right)^{1/20} - 1 \\ &= 2,38\% \end{aligned}$$

b. Indeks harga:

$$\begin{aligned} CPI_{1998} &= CPI_{1978} (1 + 0,09)^{20} \\ &= 250(1,09)^{20} \\ &= 1401 \end{aligned}$$

Dan harga komoditi tersebut adalah:

$$\frac{1401}{250} \times 1800/\text{kg} = \text{Rp. } 10088/\text{kg}.$$

Perubahan indeks harga akan menyebabkan perubahan daya beli dari uang (purchasing power of money). Kenaikan indeks (inflasi) akan menurunkan daya beli sedangkan penurunan indeks harga (deflasi) akan menaikkan daya beli dari uang.

Tingkat inflasi tidak selalu sama dengan tingkat penurunan daya beli uang. Apabila \bar{k} adalah tingkat penurunan daya beli uang rata-rata dalam beberapa periode maka bisa digambarkan hubungan sebagai berikut :

$$\text{Daya beli pada periode } t \times (1 - \bar{k})^N = \text{Daya beli pada periode } t + N$$

Atau

$$(1 - \bar{k})^N = \frac{\text{Daya beli pada } t+N}{\text{Daya beli pada } t}$$

Dengan mengetahui bahwa daya beli adalah kebalikan dari indeks harga konsumen maka persamaan di atas bisa ditulis sebagai berikut:

$$(1 - \bar{k})^N = 1 - \left\{ \frac{CPI_t}{CPI_{t+N}} \right\}^{1/N}$$

Contoh 12.4

Sudah dihitung diatas bahwa tingkat inflasi rata-rata selama 20 tahun (\bar{f}) untuk persoalan contoh 12.2 adalah 2,38%. Hitunglah juga tingkat penurunan daya beli uang pada persoalan tersebut.

Solusi:

$$\begin{aligned} \bar{k} &= 1 - \left(\frac{CPI_{1978}}{CPI_{1998}} \right)^{1/20} \\ &= 1 - \left(\frac{250}{400} \right)^{1/20} \\ &= 2,32\% \end{aligned}$$

Contoh 12.5

Indeks harga konsumen dihitung dengan tahun dasar 1980. Harga satu kilogram beras pada tahun 1980 adalah Rp.250. penurunan daya beli uang rata-rata sampai tahun 2000 adalah 8%.

- Berapa indeks harga konsumen pada tahun 2000 ?
- Berapa harga 1 Kg beras pada tahun 2000 ?
- Hitung rata-rata tingkat inflasi selama periode tersebut ?

Solusi:

- Indeks harga konsumen pada tahun dasar selalu sama dengan 100. Jadi

$$CPI_{1980} = 100$$

Diketahui $\bar{k} = 0,08$, denga menggunakan persamaan (12.3) diperoleh :

$$\begin{aligned}(1 - 0,08)^{20} &= \frac{CPI_{1980}}{CPI_{2000}} \\ CPI_{2000} &= \frac{CPI_{1980}}{(1 - 0,08)^{20}} \\ &= \frac{100}{(1 - 0,08)^{20}} \\ &= 530\end{aligned}$$

b. Harga 1 Kg beras pada tahun 2000:

$$\begin{aligned}P &= \frac{CPI_{1980}}{CPI_{2000}} \times \text{Rp. 250} \\ &= \frac{530}{100} \times \text{Rp.250} \\ &= \text{Rp.1.325,00}\end{aligned}$$

c. Rata- rata tingkat inflasi (\bar{f}) bisa dicari dengan menggunakan hubungan pada persamaan (12.5) maupun persamaan (12.2). dengan persamaan (12.2) diperoleh:

$$\begin{aligned}\bar{f} &= \left(\frac{CPI_{2000}}{CPI_{1978}} \right)^{1/20} - 1 \\ &= \left(\frac{530}{100} \right)^{1/20} - 1 \\ &= 8,7\%\end{aligned}$$

Dan dengan persamaan (12.5) diperoleh:

$$\begin{aligned}(1 + \bar{k})^N &= (1 + \bar{f})^{-N} \\ \bar{f} &= (1 - \bar{k})^{-N/N} - 1 \\ &= (1 - \bar{k})^{-1} - 1 \\ &= (1 - 0,08)^{-1} - 1 \\ &= 8,7\%\end{aligned}$$

Jadi, hubungan antara \bar{f} dan \bar{k} juga dinyatakan dengan:

$$\bar{f} = (1 - \bar{k})^{-1} - 1$$

12.3 Ekivalensi dengan mempertimbangkan inflasi

Pada bab-bab sebelumnya proses ekivalensi dilakukan dengan asumsi bahwa tingkat suku bunga yang digunakan adalah tingkat suku bunga yang sudah mengandung inflasi. Tingkat suku bunga yang sudah mengandung inflasi disebut tingkat bunga terinflasi atau tingkat suku bunga pasar (market interest rate) dan biasanya disimbolkan dengan i . tingkat bunga terinflasi ini kadang-kadang juga disebut kombinasi tingkat bunga inflasi. Sedangkan tingkat suku bunga yang tidak mengandung inflasi biasanya disimbolkan dengan i' .

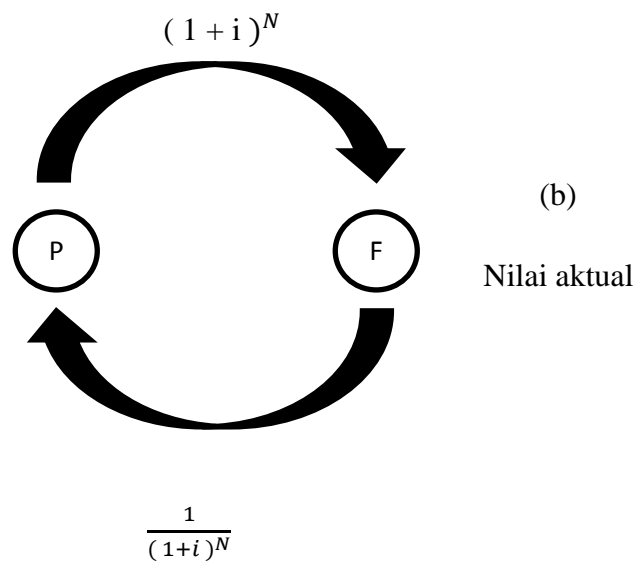
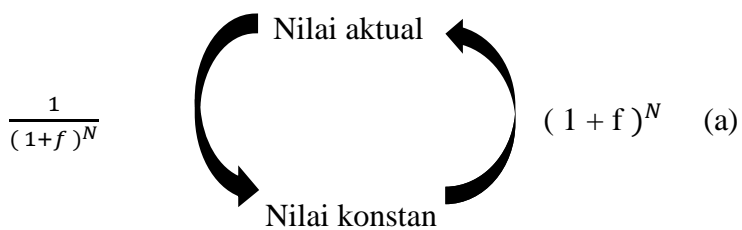
Dalam operasinya, kita harus membedakan kapan masing-masing jenis tingkat bunga di atas digunakan dalam proses ekivalensi. Untuk membedakan pemakaiannya perlu didefinisikan 2 jenis aliran kas sebagai berikut:

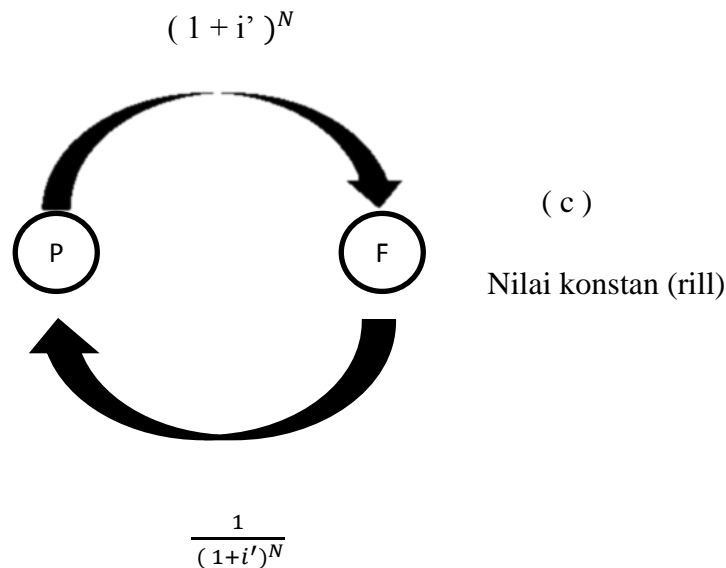
1. Nilai konstan (rill) adalah aliran kas yang nilai-nilainya dinyatakan sebagai nilai uang pada tahun dasar. Tahun dasar biasanya dipilih pada tahun nol, yaitu tahun dimana investasi dilakukan, walaupun pada prinsipnya tahun dasar bisa dipilih kapan saja.
2. Nilai actual adalah aliran kas yang nilai-nilainya dinyatakan sebagai nilai uang pada saat aliran kas terjadi. Jadi, nilai-nilai mata uang yang keluar masuk suatu organisasi tidak perlu dinyatakan sebagai nilai tahun dasar, tetapi nilainya mencerminkan nilai saat kas tersebut masuk atau keluar. Nilai actual sering disebut sebagai nilai terinflasi.

Proses ekivalensi pada kedua jenis aliran kas tersebut tidak sama. Karena nilai konstan adalah aliran kas yang dinyatakan dalam nilai tahun dasar maka aliran kas ini telah dibebaskan dari efek inflasi. Dengan demikian maka proses ekivalensinya harus

menggunakan tingkat bunga yang tidak mengandung inflasi (i'). sebaliknya, apabila nilai aliran kas dinyatakan dengan nilai actual maka proses ekivalensinya harus menggunakan tingkat bunga terinflasi (i).

Konvensi antara nilai konstan dengan nilai terinflasi dilakukan dengan menggunakan faktor inflasi (f). Apabila misalnya sebuah perusahaan akan menerima pemasukan sebesar F tahun depan dan tingkat inflasinya adalah f maka nilai konstan yang akan diterima adalah $F(1 + f)$, bila tahun dasarnya adalah tahun ini. Untuk jelasnya perhatikan diagram pada gambar 12.1





Gambar 12.1. ilustrasi hubungan antara nilai aktual dan nilai konstan (a), dan ekivalensinya (b) dan (c). hubungan seperti (b) dan (c) juga berlaku untuk (a) dan (b).

Contoh 12.6

Sebuah perusahaan akan menerima uang sejumlah Rp.1 juta tahun depan dan Rp. 2 juta 2 tahun mendatang. Nilai – nilai tersebut dinyatakan dengan nilai aktual, artinya efek inflasi termasuk didalamnya. Bila tahun ini dianggap tahun dasar berapakah nilai sebenarnya (nilai konstan) yang akan diterima perusahaan tersebut bila tingkat inflasinya 6% per tahun ?

Solusi:

$$\text{Penerimaan tahun depan} = \frac{1.000.000}{(1+f)^1} = \frac{1.000.000}{1,06}$$

$$= 0,943 \text{ juta}$$

$$\text{Penerimaan 2 tahun mendatang} = \frac{2.000.000}{(1+f)^2} = \frac{2.000.000}{1,1236}$$

$$= 1,780 \text{ juta}$$

Contoh 12.7

Bila tingkat bunga yang tidak terinflasi (i') adalah 10%, berapakah nilai present worth (p) dari aliran kas tersebut?

$$P = 0,943 \text{ juta} (P/F, 10\%, 1) + 1,780 \text{ juta} (P/F, 10\%, 1)$$

$$= 2,328 \text{ juta}$$

Contoh 12.8

Sebuah usulan proyek memiliki harga awal Rp.20 juta dan diharapkan bisa memberikan pendapatan selama 4 tahun masing-masing Rp. 7 juta yang dinyatakan dalam nilai uang saat ini. Asumsikan bahwa MARR sebesar 20% sudah termasuk inflasi yang diestimasikan 5% di masa yang akan datang. Dengan kondisi di atas apakah usulan tersebut layak diterima ?

Tabel 12.1. tabel perhitungan untuk contoh 12.8

Akhir tahun	Nilai rill (tanpa inflasi)	Dengan inflasi 5%	Nilai (dengan inflasi)
0	~ 20 juta	-	~ 20 juta
1	7 juta	7 juta x 1,05	7,35 juta
2	7 juta	7 juta x (1,05) ²	7,718 juta

3	7 juta	$7 \text{ juta} \times (1,05)^3$	8,103 juta
4	7 juta	$7 \text{ juta} \times (1,05)^4$	8,509 juta

Solusi :

Karena pendapatan sebesar masing-masing Rp. 7 juta selama 4 tahun mendatang sudah dinyatakan dalam nilai sekarang dan nilai MARR 20% sudah termasuk inflasi maka nilai-nilai pendapatan di atas harus dikonversikan terlebih dahulu ke nilai aktualnya dengan mempertimbangkan efek inflasi. Hasilnya terlihat pada tabel 12.1. dengan menggunakan nilai-nilai aktual dari aliran kas maka NPW dari usulan tersebut pada MARR 20% adalah:

$$\text{NPW} = -20 \text{ juta} + 7,35 \text{ juta} (P/F, 20\%, 1) + 7,718 \text{ juta} (P/F, 20\%, 2) + 8,103 \text{ juta} (P/F, 20\%, 4) = 0,272 \text{ juta}.$$

Dengan demikian maka usulan tersebut diterima karena NPW lebih besar dari nol.

12.4 Inflasi dan Kombinasi Tingkat Bunga-Inflasi

Nilai i' adalah tingkat bunga bebas inflasi, i adalah tingkat bunga terinflasi dan f adalah tingkat inflasi maka nilai mendatang (F) suatu aliran kas P setelah N tahun bisa dinyatakan dengan:

$$F = P (1 + i')^N (1 + f)^N \quad (12.6)$$

Atau

$$F = P (1 + i)^N \quad (12.7)$$

Dengan demikian maka i bisa dinyatakan sebagai i' dan f dengan hubungan sebagai berikut:

$$P (1 + i')^N (1 + f)^N = P (1 + i)^N$$

$$(1 + i') (1 + f) = (1 + i) \quad (12.8)$$

$$(1 + i') (1 + f) = (1 + i)$$

$$i = (1 + i') (1 + f) - 1$$

dan bisa dinyatakan sebagai:

$$i' = \frac{1+i}{1+f} - 1 \quad (12.9)$$

ada kalanya indeks harga konsumen menurun dari suatu tahun ke tahun berikutnya. Kasus ini disebut deflasi. Nilai f akan negative apabila terjadi deflasi dan persamaan-persamaan di atas tetap bisa digunakan.

Ada kalanya indeks harga konsumen menurun dari satu tahun ke tahun berikutnya. kasus ini disebut deflasi. Nilai f akan negatif apa bila terjadi deflasi dan persamaan-persamaan di atas tetap bisa di gunakan.

Contoh 12,9

Misalkan tingkat bunga tak terinflasi adalah 8% dan inflasi sebesar 5%

Hitunglah kombinasi tingkat bunga inflasi atau i .

Solusi :

$$\begin{aligned} i &= (1 + i') (1+f) - 1 \\ &= (1+0,08) (1+0,05)-1 \\ &= 13,4\% \end{aligned}$$

Contoh 12,10

Tinjau kembali persoalan pada contoh 1.8

- Berpakah tingkat bunga tak terinflasi pada contoh tersebut
- Hitunglah nilai P dengan menggunakan nilai konstan dan bandingkan jawaban anda dengan yang diperoleh pada contoh 12,8

Solusi :

- a. Tingkat bunga tak terinflasi ;

$$\begin{aligned}i' &= \frac{1+i}{1+f} - 1 \\&= \frac{1+0,2}{1+0,05} - 1 \\&= 14,29\%\end{aligned}$$

- b. Nilai P

$$\begin{aligned}p &= - 20 \text{ juta} + 7 \text{ juta} (P/A, 14,29\%, 4) \\&= - 20 \text{ Juta} + 78 \text{ juta} (2,8954) \\&= 0,268 \text{ juta}\end{aligned}$$

Nilainya seharusnya sama. kesalahan ini hanya terjadi karena proses pembulatan dan perhitungan. jadi, jelaslah dari contoh-contoh diatas bahwa proses ekivalensi pada aliran kas yang dinyatakan dalam nilai konstan harus menggunakan tingkat dan aliran kas yang dinyatakan dalam nilai aktual harus menggunakan tingkat bunga terinflasi. Hasilnya akan sama.

Contoh 12.11

Inventasi awal sebuah mesin membutuhkan biaya 50 juta. Ongkos operasional dan perawatan per tahun diperkirakan 4 juta. mesin ini akan dipakai selama 5 tahun. Nilai –nilai pengeluaran di atas adalah nilai aktual dimana tingkat inflasi adalah 6%

- Tentukan nilai P dengan perhitungan nilai aktual
- Ulangi (a) dengan perhitungan nilai konstan.
- Misalkan 6% diatas adalah tingkat bunga yang sudah mengandung inflasi, hitunglah P dengan perhitungan nilai konstan.

Tabel 12,2 perhitungan nilai konstan

Tahun	Nilai Aktual (juta)	Nilai Konstan (juta)
0	50	50
1	4	$4(1,08)^{-1} = 3,7037$
2	4	$4(1,08)^{-2} = 3,4294$
3	4	$4(1,08)^{-3} = 3,1753$
4	4	$4(1,08)^{-4} = 2,9401$
5	4	$4(1,08)^{-5} = 2,7223$

Solusi ;

- a. Bila perhitungan di lakukan dengan nilai aktual maka tingkat bunga terinflasi harus dicari:

$$i = 0,08 + 0,06 + (0,08 + 0,06) \\ = 14,48\%$$

$$P = 50 \text{ Juta} + 4 \text{ juta } (P/A, 14,48\%, 5) \\ = 63,5754 \text{ juta. (P dalam bentuk ongkos)}$$

- b. Bila perhitungan dengan nilai konstan maka nilai nilai pengeluaran di atas harus di ubah ke nilai – nilai konstan dan konversi menggunakan nilai $i' = 6\%$.

Nilai P bisa di hitung sebagai berikut:

$$P = 50 + 3,7037 (P/F, 6\%, 1) + 3,4294 (P/F, 6\%, 2) \\ + 3,1753 (P/F, 6\%, 3) + 2,9401 (P/F, 6\%, 4) \\ + 2,7223 (P/F, 6\%, 5) + 2,9401 (P/F, 6\%, 4) \\ = 63,5753 \text{ juta}$$

- c. Bila $i = \%$, $f = 8\%$ maka $i' = -0,0185$ atau $-1,85\%$

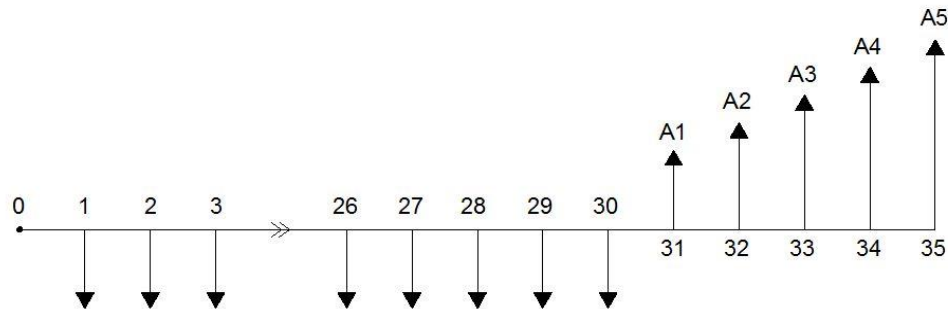
$$P = 50 + 3,7037 (P/F, - 1,85, 1) + 3,4294 (P/F, - 1,85\%, 2) \\ + 3,1753 (P/F, - 1,85\%, 3) + 2,9401 (P/F, - 1,85\%, 4) \\ + 2,7223 (P/F, - 1,85\%, 5)$$

Pada persoalan (c) di atas kita sasikan bahwa inflasi sehingga tingkat bunga yang belum terinflasi nilainya negtif. Apabila anda berhadapan dengan tingkat bunga negatif maka perhitungan konversi harus

dlakukan dengan rmus, karena tentu saja, nilai nilai tersebut tidak tersedia dalam tabel. sebagai contoh $(P/F 1,85\%, 1)$ sama dengan $(1 - 0,0185)^{-1}$ atau 1,0188

Contoh 12,12

Seorang karyawan sedng memikirkan tabngan yang haus ia simpan untuk jaminan stelah pensiun.Ia ingin menyimpan uang yaang besarya sama tiap tahun sedemikian sehingga mulai 31 tahun dari sekarangia bisa menikmati uang yang diambil dari tabbungannya. Si karyawan berharap agar ia bisa mengambiluang tiap tahunselama 5 tahun yang memiliki daya beli 5 Rp. 5 juta . Bila tingkat inflasi rata-rata adalah 7% dan tingkat terinflasi 15%, tentukan lah yang harus di tabung sebanyak 30 kalimulai tahun depan.



Gambar 12.2. Perhitungan nilai aktual penerimaan

Solusi :

Sebagai gambaran, persoalan di atas bisa diilustrasikan dengan diagram aliran kas pada gambar 12.2

Yang ingin di cari adalah nilai A dengan mengetahui bahwa 5 aliran kas mulai tahun 31 sampai 35 memiliki nilai konstan Rp. 5 juta dengan nilai dasar tahun 0. denga tingkat inflasi 7% maka nilai-nilai yang di harapkan di terima selama 5 tahuntersebbut bisa di konfersikan ke dalam nilai aktual dengan perhitunganpada tabel 12.3.

Tabel 12.3 . perhitungan nilai aktual penerimaan

Tahun	Nilai	Konstan	Nilai Aktual
-------	-------	---------	--------------

	(juta)	(juta)
31	5	$5 (F/P, 7\%, 31) = 40,725 = A_1$
32	5	$5 (F/P, 7\%, 32) = 43,525 = A_2$
33	5	$5 (F/P, 7\%, 33) = 46,625 = A_3$
34	5	$5 (F/P, 7\%, 34) = 49,890 = A_4$
35	5	$5 (F/P, 7\%, 35) = 53,385 = A_5$

Untuk mengubah nilai nilai di atas ke nilai A , terlebih dahulu onvensikan ketahun30 Ke dalam bentuk P. Karena nilai-nilainya dalam bentu aktual , tingkat suku bunga yang di gunakan $i=15\%$.

$$\begin{aligned}
 P &= 40,725 (P/F, 15\%, 1) + 43,575 (P/F, 15\%, 2) \\
 &\quad + 46,625(P/F, 15\%, 3) + 49,890(P/F, 15\%, 4) \\
 &\quad + 53,385(P/F, 15\%, 5) \\
 &= \text{Rp. } 154,092 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

Untuk semencari A, nilai ini sekarang berubah menjadi F sehingg diperoleh:

$$\begin{aligned}
 A &= F(P/F, 15\%, 30) \\
 &= 154,092(0,0023) \\
 &= 0,354 \text{ juta}
 \end{aligned}$$

kariawan tadi hanya perl menabung Rp.354.000 tiap tahun untuk memenuhi keinginannya.

Cara lain juga bisa digunakan untuk mencari nilai A di atas danini tampak nya membutuhkan perhitungan yang lebih sederhana. Misalkan kita tidak mengkonversikan rencana penerimaan selama 5 tahun di atas menjadi nilai aktual maka sesungguhnya juga bisa dikatakan bahwa rencana penerimaan tersebut adalah nilai konstan Rp.5 juta yang besarnya seragam selama 5 tahun. Nilai konstan ini di konversike tahun 30 menjadi P, saat ini adalah P dalam nilai konstan dan tingkat bunga yang di pakai adalah tingkat bunga yang belum terinflasi.

Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 i' &= \frac{1+i}{1+f} - 1 \\
 &= \frac{1,154}{1,07} - 1 \\
 &= 7,48\%
 \end{aligned}$$

$$P = 5(P/A, 7,48\%, 5)$$

$$= 5(4,0459)$$

$$= 20,2297 \text{ Juta.}$$

Karena pada perhitungan P di atas masih dalam nilai konstan dan A yang ingindi cari adalah A dalam nilai aktual maka Pdi konverikan menjadi nilai aktual juga yaitu;

$$P = 20,2297 \text{ juta (F/P, 7\%, 30)}$$

$$= 153,990 \text{ juta.}$$

Seperti halnya pada perhitungan metode pertama , nilai ini menjadi P dala perhitunagan A. Sesungguhnya nilai ini harus sama dengan F yang di peroleh pada metode pertama yang besarnya 154,092 juta. Kesalahan hanya terjadi akibat proses pembulatan.Dengan demikian maka tetap akan di peroleh nilai A sebesar Rp.354.000.

Contoh 12.13

Aliran kas dala bentuk nilai konstan tidak delalu merupakan deretan seragam . sering terjadi bahwa kenaikan pendapatan atau pengeluaran pertahun naik dengan tingkat tertentu , bukan hanya karena faktor inflasi ,tagpi krena memang nilai konstan pendapatan atau pengeluaran tersebut meningkat. sebagai contoh,misalkan pengeluaran untuk operasional dan perawatan sebuah generator dinyatakan dengan nilai konstan ddan naik sebesar 6%par tahun selama 5 tahun. Tingkat inflasi adalah 7% dan tingkat bunga pasar adalah 15%. Tentukan niliai sekarang (P) dari pengeluaran selama 5 tahuntersebut.

solusi :

Persoalan ini bisa di kerjakan dengan mengaplikasikan deret gredien geometrik . karena kenaikan di ketahui 6% dala nilai konstanmaka konversinya harus menggunakan tingkat bunga yang blm terinflasi. jadi dalam persoalan ini $i = 15\%$, $f = 7\%$ dan $g = 6\%$

$$i' = \frac{1+i}{1+f} - 1$$

$$= \frac{1,15}{1,07} - 1$$

$$= 7,482\%$$

dan besarnya yang di pakai perhitungkan (g') harus relatif terhadp i' , bukan terhadap i .

$$\begin{aligned}
g' &= \frac{1+i}{1+g} - 1 \\
&= \frac{1,0748}{1,06} - 1 \\
&= 1,396\% \\
P &= \frac{2 \text{ juta}(P/A, g, 5)}{1,06} \\
&= \frac{2 \text{ JUTA } (P/A, (1,396\%), 5)}{1,06} \\
&= \frac{2 \text{ juta } (4,7680)}{1,06} \\
&= 9,0529 \text{ juta}
\end{aligned}$$

Bagaimana bila perhitungan di atas menggunakan konsep nilai aktual? Ini bisa dilakukan dengan catatan bahwa nilai 2 juta pada tahun ke-1 adalah nilai konstan tahun ke-1, sehingga walaupun perhitungannya menggunakan nilai aktual, penbagiannya tetap 1,06. Catatan yang kedua, tingkat kenaikan yang 6% adalah kenaikan nilai konstan. Bila kita mau bekerja dengan nilai aktual maka nilai g di ubah menjadi:

$$\begin{aligned}
g &= (1 + 0,06)(1 + 0,07) - 1 \\
&= 13,42\%
\end{aligned}$$

Dengan demikian maka g' bisa dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
g' &= \frac{1+i}{1+g} - 1 \\
&= \frac{1 + 0,15}{1 + 0,1342} - 1 \\
&= 1,393\%
\end{aligned}$$

Nilai ini seharusnya sama dengan g' yang diperoleh pada perhitungan dengan nilai konstan di atas, P_d diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
P &= \frac{2 \text{ juta } (P/A, g', 5)}{1,06} \\
&= \frac{2 \text{ juta } (P/A, (1,393\%), 5)}{1,06}
\end{aligned}$$

= 9,0529juta

Gambaran nilai – nilai kedua cara diatas dapat di lihat scara detail pada tabel 12.4

Tabel 12.4. perbandingan perhitungan antara nilai aktual dan nilai konstan

Tahun	Nilai Konstan	Nilai Aktual
0	9,0529 juta	9,0529 juta
1	2 juta	2 juta
2	2 juta (1,06) = 2,12 juta	2juta(1,1342) =2,268juta
3	2 juta (1,06^2) = 2,247 juta	2 juta (1,3342^2) =2,573 juta
4	2 juta (1,06^3) = 2,382 juta	2 juta(1,3342^3)=2,918 juta
5	2 juta (1,06^4) = 2,525 juta	2 juta (1,3342^4) = 2,310 juta
	$I' = 7,48 \%$ $g' = 1,396\%$ $g = 6\%$	$i = 15\%$ $g' = 1,369 \%$ $g = 13,42\%$

Contoh 12.14

Tingkat inflasi pada berbagai komoditi produk bisa berbeda dan ini di kenal dengan istilah ekskalasi biasanya cukup kompleks . Konsep mempertimbangkan ekskalasi biasanya cukup kompleks . konsep nilai aktual maupun nilai konstan tetap bisa di gunakan dengan tingkat inflasi secara umum harus diketahui untukmelakukankonversi tingkatbunga sebelum dan

sesudah inflasi. Misalkan sebuah investasi peralatan pabrik membutuhkan dana awal Rp. 100 juta. Ongkos tenaga kerja tahun ke -1 besarnya Rp,15 juta dan naik tiap tahun sebesar 8% dari nilai tahun sebelumnya. Ongkos material besarnya Rp.26 juta pada tahun pertama dan naik 10% per tahun. Nilai sisa peralatan ini diperkirakan Rp 10 juta pada akhir tahun ke-5. Besarnya tingkat bunga sebelum inflasi adalah 10% dan inflasi secara umum adalah 5% selama 5 tahun tersebut. Hitunglah nilai sekarang (P) dari pengeluaran selama 5 tahun untuk peralatan tersebut.

- a. Dengan menabulasikan nilai-nilai aktualnya. b.
 Dengan perhitungan nilai konstan.

tabel 12.5 Tabulasi nilai aktual untuk contoh 12.14

Tahun (N)	Investasi	Tenaga kerja	Material	Sisa	(P/F, (15,5%),N)	Nilai P
0	100	-	-		-	100
1		15	26		0,8659	35,498
2		16,2	28,6		0,7496	33,498
3		17,496	31,46		0,6490	31,772
4		18,896	34,606		0,5619	30,063
5		20,407	38,067	-10	0,4865	23,583
					Total	254,498

Solusi : Sebelum
 mengerjakan persoalan ini, ingat beberapa kata kunci berikut

- Biaya investasi terjadi pada tahun 0
 - Biaya tenaga kerja dan material dihitung dengan nilai konstan tahun ke-1
 - Kenaikan biaya-biaya berbeda dari tingkat inflasi secara umum a.
- Nilai aktual dari biaya-biaya tersebut digambarkan dalam tabel 12.5:

Atau dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P = 100 + \frac{F_1}{1+g_1} (P/A, g_1, 5) + \frac{F_2}{1+g_2} (P/A, g_2, 5) - 10(P/F, i, 5) \text{ Dimana,}$$

$$F_1 = 15 \text{ Juta}$$

$$F_2 = 26 \text{ Juta}$$

$$=(1,15 \times 1,05 - 1)$$

$$g_1' = \frac{1,155}{1,08} - 1$$

$$= 6,94\%$$

$$= \frac{1,155}{1,1} - 1$$

$$= 5\%$$

sehingga,

$$\begin{aligned} P &= 100 + \frac{15}{1,08} (P/A, (6,94\%), 5) + \frac{26}{1,1} (P/A, 5\%, 5) \\ &\quad - 10 (P/F, (15,5\%), 5) \\ &= 100 + \frac{15}{1,08} (4,1098) + \frac{26}{1,1} (4,3295) - 10 (0,4865) \\ &= \text{Rp. 254.549 Juta.} \end{aligned}$$

b. Bila menggunakan nilai-nilai konstan

$$\begin{aligned} g_1 &= \frac{1,08}{1,05} - 1 \\ &= 2,857\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_2 &= \frac{1,1}{1,05} - 1 \\ &= 4.762\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_3 &= \frac{1,1}{1,0286} - 1 \\ &= 6,4\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_4 &= \frac{1,1}{1,0476} - 1 \\ &= 5\% \end{aligned}$$

Sehingga,

$$P = 100 + \frac{5}{1,08} (P/A, (6,94\%), 5) + \frac{26}{1,1} (P/A, 5\%, 5) - 10 (P/F, 5\%, 5) (P/F, 10\%, 5)$$

Perhatikan kembali di sini bahwa pembagi untuk deret geometri biaya tenaga kerja adalah 1,08 dan untuk biaya material 1,1 karena biaya biaya tersebut dianggap memiliki nilai dasar tahun ke 1. Bagaimana bila nilai nilai tersebut di nyatakan sebagai nilai dasar tahun ke -0? pembaca dipersilahkan untuk menganalisisnya sendiri.